



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA CHEMICKÁ**

FACULTY OF CHEMISTRY

**ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE**

INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY

**VLIV DOBY MÍCHÁNÍ NA STABILITU KRÉMŮ**

INFLUENCE OF STIRRING TIME ON COSMETIC STABILITY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Ksenija Grujić

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. Andrea Kargerová, Ph.D.

BRNO 2019

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1460/2018  
Ústav: Ústav fyzikální a spotřební chemie  
Studentka: **Ksenija Grujić**  
Studijní program: Chemie a chemické technologie  
Studijní obor: Chemie pro medicínské aplikace  
Vedoucí práce: **Ing. Andrea Kargerová, Ph.D.**  
Akademický rok: 2018/19

### Název bakalářské práce:

Vliv doby míchání na stabilitu krémů

### Zadání bakalářské práce:

1. Příprava stabilních kosmetických krémů
2. Vliv počtu otáček na míchání a přípravu vzorků
3. Vliv doby míchání na přípravu krémů
4. Určení stability připravených krémů pomocí odstředivky LUMiSizer

### Termín odevzdání bakalářské práce: 24.5.2019

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

-----  
Ksenija Grujić  
student(ka)

-----  
Ing. Andrea Kargerová, Ph.D.  
vedoucí práce

-----  
prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2019

-----  
prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce je založena na studiu vlivu doby míchaní a počtu otáček za minutu při přípravě BB krémů.

Literární rešerše této práce je zpracována na základě získaných informací o daném tématu. V této části práce jsou popsány základní pojmy a problematika týkající se disperzních soustav, emulzí, způsobů míchaní a kosmetických přípravků.

První segment experimentální části je založen na samotné přípravě BB krémů. Byl otestován vliv doby a rychlosti míchaní na stabilitu připravených vzorků. Stabilita vzorků byla otestována na analytické odstředivce LUMiSizer. Získaná data byla porovnána a zpracována.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is based on the study of the influence of mixing time and revolutions per minute on the preparation of BB creams.

The literature review of the thesis is based on the acquired information about the topic. The basic concepts and problems concerning dispersion systems, emulsions, mixing methods and cosmetics are described in this part of the thesis.

The first segment of the experimental part is based on the preparation of BB creams themselves. The influence of agitation time and speed on the stability of prepared samples was tested. The stability of the samples was tested on LUMiSizer. The data were compared and processed.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Emulze, BB krém, doba míchaní, počet otáček za minutu, stabilita, LUMiSizer

## **KEYWORDS**

Emulsion, BB cream, stirring time, revolutions per minute, stability, LUMiSizer

GRUJIĆ, K. *Vliv doby míchaní na stabilitu krémů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2019, 44 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Andrea Kargerová, Ph.D..

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....

Ksenija Grujić

### ***Poděkování:***

*Tímto bych chtěla ráda poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Andree Kargerové Ph.D. za připomínky, cenné rady, odborné vedení a za veškerý čas, který mi věnovala při tvorbě této bakalářské práce.*

## OBSAH

1	ÚVOD .....	6
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	7
2.1	Disperzní systémy .....	7
2.1.1	Klasifikace disperzních systémů .....	7
2.2	Emulze jako disperzní systém .....	8
2.3	Kosmetické přípravky .....	9
2.3.1	Kosmetika .....	10
2.3.2	Přírodní kosmetika .....	10
2.3.3	Dekorativní kosmetika-make up .....	10
2.3.4	BB krém .....	11
2.4	Příprava stabilních kosmetických produktů .....	11
2.5	Míchání .....	12
2.5.1	Míchadla .....	12
2.5.2	Doba míchaní .....	13
2.5.3	Intenzita míchaní .....	14
2.6	LumiSizer .....	14
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	16
3.1	Testované vzorky .....	16
3.2	Použité chemikálie a přístroje .....	16
3.2.1	Charakterizace použitých chemikálií .....	17
3.3	Receptura .....	19
3.4	Postup výroby BB krému .....	20
3.5	Vliv doby míchaní a počtu otáček na stabilitu BB krému .....	21
3.6	Stabilita připravených BB krémů .....	21
4	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	22
4.1	Způsob míchaní při přípravě vzorků – Nultá sada vzorků .....	22
4.2	Ověření stability první sady vzorků .....	24
4.3	Ověření stability druhé sady vzorků .....	30
4.4	Pozorování připravených vzorků po určitou dobu .....	36
5	ZÁVĚR .....	37
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	38
7	PŘÍLOHY .....	42

# 1 ÚVOD

Emulze je směs dvou nemísitelných kapalin, jedná se o druh disperzního systému. Emulze mají od starověku uplatnění v kosmetice. Kosmetické produkty se nejčastěji používají v péči o pleť nebo jako dekorativní produkty, make-upy.

Kosmetické přípravky se používají každodenně, proto jejich složení musí být pečlivě vybráno a samotná příprava produktu probíhá za předem určených podmínek a postupu. Nejdůležitější vlastnosti emulzí při výrobě kosmetických produktů je jejich trvanlivost a stabilita. Žádný kosmetický produkt by se neměl po určité době oddělovat, kvůli tomu se do kosmetických přípravků přidávají emulgátory. Důležité podmínky při přípravě kosmetických produktů, jako jsou např. krémy, je doba a rychlost homogenizace produktu.

Cílem této bakalářské práce bylo prostudování vlivu doby míchání a počtu otáček za minutu při přípravě kosmetických produktů, konkrétně BB krémů, a následně proměření stability připravených BB krémů na analytické odstředivce LUMiSizer. V teoretické části práce jsou popsány základní pojmy týkající se emulzí, kosmetických produktů a způsobů míchání. V experimentální části práce je popsán průběh výzkumu a výsledek experimentu.

## **2 TEORETICKÁ ČÁST**

### **2.1 Disperzní systémy**

Disperzní systémy jsou takové soustavy směsí, ve kterých je jedna nebo více látek dispergována v jiné látce. Disperzní soustava je složena ze dvou základních částí – disperzní fáze, která se také nazývá disperzní podíl, a disperzního prostředí. V disperzním prostředí je rovnoměrně rozptýlen disperzní podíl ve formě částic. Většina disperzních soustav patří k vícesložkovým systémům. Obsahuje-li disperzní soustava obě fáze, tedy disperzní fázi a disperzní prostředí, takovou soustavu nazýváme heterogenní. Pokud disperzní soustava obsahuje dvě složky, ale jen jednu fázi, takový systém je homogenní. Mezi částicemi dvou fází, dispergovaného podílu a prostředí, existuje určitá hranice, která se nazývá fázové rozhraní [1], [2].

#### **2.1.1 Klasifikace disperzních systémů**

Klasifikace disperzních soustav se řídí různými kritérii. Disperzní systémy se rozdělují podle skupenství nebo velikosti částic disperzního podílu a disperzního prostředí [3].

Velikost částic disperzního podílu může být různá. U částic kulovitého tvaru, velikost je vyjádřena pomocí velikosti průměru nebo jeho převrácenou hodnotou, která se označuje jako stupeň disperzity a má rozměr  $1/m$ . Disperzní systémy lze klasifikovat i podle zastoupení určité velikosti. Pokud jsou všechny částice v disperzním systému stejné velikosti, takový systém se nazývá monodisperzní. Disperzní systém, kde se objevují částice o různé velikosti, lze pojmenovat polydisperzním systémem. Podle stupně disperzity lze disperzní systémy klasifikovat do různých kategorií. Existují disperze analytické, mají velikost do 1 nm, detekují se pouze chemicky nebo analyticky. Další skupiny jsou disperze koloidní, s velikostí od 1–1 000 nm a disperze hrubé, s velikostí od 1  $\mu m$ . Další rozdělení disperzních soustav je klasifikace podle skupenství disperzního prostředí a disperzního podílu [3].

Celková klasifikace disperzních soustav je zahrnuta v tabulce (viz Tabulka 1)

Tabulka 1: Klasifikace disperzních systémů [3]

Disperzní prostředí	Disperzní podíl	Disperze hrubé	Disperze koloidní	Disperze analytické
Plynné	Plynný	-	-	Směsi plynů
	Kapalný	Mlha, déšť	Aerosoly	Páry kapaliny v plynu
	Pevný	Prach, dým	Aerosoly	Páry tuhé látky v plynu
Kapalné	Plynný	Bubliny, pěny,	Pěny	Roztoky plynů v kapalinách
	Kapalný	Emulze	Lyosoly	Roztoky mísitelných kapalin
	Pevný	Suspenze	Lyosoly	Pravé roztoky tuhých látek
Pevné	Plynný	Tuhé pěny, bubliny plynů v pevných látkách	Tuhé pěny	Plyny rozpuštěné v pevných látkách
	Kapalný	Pevný látky s uzavřenými kapičkami	Tuhé pěny	Voda vázaná na krystalickou sůl
	Pevný	Tuhé směsi	Tuhé soli	Tuhé roztoky, směsné krystalky

## 2.2 Emulze jako disperzní systém

Emulze je typ disperzního systému, v němž je jedna kapalina dispergována v jiném kapalném disperzním prostředí. Emulze je směs skládající se ze dvou vzájemně nemísitelných nebo omezeně mísitelných kapalin. Jedna fáze je rozptýlena ve druhé v podobě drobných kapek. Slovo „emulze“ pochází z latiny *emulgere*, což znamená vydojit. Vnitřní fáze disperzního systému se označuje jako *emulgendum*. Jedna se tedy o látku, která je rozptýlena ve druhé látce. Kapalina, ve které jsou kapky vnitřní fáze rozptýleny, nazýváme *emulgens* a jedná se o vnější fázi disperzního systému [4], [5].

Emulze lze rozdělit podle různých kritérií. První způsob klasifikace emulzí je rozdělení podle polárnosti disperzního prostředí a podílu. Podle polarity se emulze rozdělují na přímé a obrácené. Přímé emulze označujeme jako typ olej ve vodě O/V, kde je disperzním prostředím polárnější kapalina. Emulze obrácené, jsou emulze typu voda v oleji V/O, ve kterých je disperzním prostředím nepolární kapalina [5], [6].

O jaký typ emulze se jedná, je možné stanovit i podle určitých vlastností tohoto disperzního systému. Pomocí elektrické vodivosti dané emulze, která je určena vodivostí disperzního

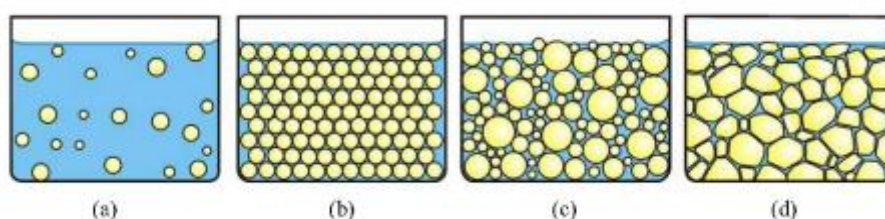


prostředí. Dalšími důležitými vlastnostmi emulzí jsou jejich schopnosti mísení s polárními nebo nepochybnými rozpouštědly, rozpouštění polární nebo nepochybní [5], [6].

Další kategorizace emulzí je podle koncentrace disperzního podílu. V této kategorii existují zředěné, koncentrované a vysoce koncentrované emulze [5], [6].

Stabilita emulze je kinetický pojem. Ve stabilní emulzi neexistují viditelné změny ve velikosti a prostorovém uspořádání kapek. Časem může v emulzi dojít ke změnám, a to svědčí o nestabilitě emulze. Hlavními procesy, které vyvolávají nestabilitu emulzí, jsou sedimentace, flokulace, koalescence a Ostwaldovo zrání. Jeden ze způsobů stabilizace emulzí je stabilizace elektrickou dvojvrstvou. Tenhle způsob se může použít jen ve zředěných emulzích [5], [7].

Další způsob stabilizace emulzí je přidání třetí složky do systému – emulgátoru. Tato komponenta má za úlohu vytvářet adsorbční vrstvu na povrchu kapek, která brání vzniku koalescence. Emulgátor se musí shromažďovat na rozhraní obou fází emulze a vytvářet kohezni, elastický film, který nejeví adhezi k filmům vytvořeným okolo jiných kapek. Podle vlastností emulgátorů se dá určit i typ emulze. Disperzní prostředí je tvořeno tou fází, ke které má určitý emulgátor větší afinitu, tj. rozpustnost v dané fází. Pravidlo afinity emulgátoru je popsáno Bancroftovou teorií mezifázových napětí, ve které je rozhraní disperzního prostředí a disperzního podílu zobrazeno jako dva soustředná rozhraní, mezi nimiž je vrstva emulgátoru. Vhodný emulgátor pro daný typ emulze se určuje pomocí HLB hodnoty (hydrofilně-lipofilní rovnováha). HLB hodnota představuje empiricko-numerickou korelaci emulgačních a rozpouštěcích vlastností různých povrchově aktivních látek. Stupnice HLB nabývá hodnoty v rozmezí od 0 do 20. Každá z hodnot odpovídá molekule určitých vlastností. Hodnota 0 odpovídá hydrofobní molekule a hodnota 20 odpovídá hydrofilní molekule [5], [7], [8].



Obrázek 1: Klasifikace emulzí podle koncentrace disperzního podílu, a) zředěné, b) koncentrované monodisperzní, c) koncentrované polydisperzní, d) vysoce koncentrované [5]

## 2.3 Kosmetické přípravky

Emulze mají rozsáhlou aplikaci v různých oblastech. Od starověku emulze měly uplatnění v kosmetice. Jako první příklad kosmetické emulze O/V, Galen zavedl *ceratum refrigerans*. Během historie měly kosmetické emulze významný rozvoj, od použití loje a včelího vosku až po mandlový olej a borax. Kosmetické přípravky jsou velmi složité systémy, obsahující látky olejové fáze, emolienty a látky vodné fáze, humektanty. Emolienty mají za úlohu zlepšit

fyzikální vlastnosti kůže a chránit ji. Humektanty mají zvlhčující úlohu. Pro zajištění efektiv-  
ty kosmetického produktu, musí emulze být stabilní, čistá a neškodlivá pro kůži [9], [10].

Podle určitých pravidel, by měla emulze zůstat stabilní po dlouhou dobu v širokém rozsahu  
teplot, měla by poskytovat příjemný pocit při nanášení, mít vhodnou konzistenci a být vhodná  
pro určitý typ pleti. Povaha a složení emulgátoru musí být považována za důležitou při  
přípravě vzorků. Další důležité parametry, které musí být kontrolovány při výrobě, zahrnují  
poměr vody a oleje, konzistenci vzorku, pH hodnotu, vůni a barvu vzorku. Poměr olejové fáze  
v kosmetických emulzích se pohybuje mezi 20 % a 40 % [9], [10].

### **2.3.1 Kosmetika**

Slovo kosmetika je řeckého původu, ze slova *kosmeo*, což znamená zdobím, krásním. Může  
být definována jako látka, která přichází do styku s různými částmi lidského těla, jako je kůže,  
vlasy, nehty, rty apod. Kosmetické přípravky pomáhají zlepšovat nebo měnit vnější vzhled  
těla, chránit a udržovat kůži [11].

V dnešní době se kosmetika považuje za podstatnou součásti života. Kosmetické přípravky  
získaly popularitu v posledních 3–4 dekáдах a jejich využití se exponenciálně zvýšilo jak  
u mužů, tak u žen. Nejpoužívanější kosmetické přípravky jsou krémy, pudry, pleťové vody,  
rtěnky, make-up, vlasové produkty apod. [11].

### **2.3.2 Přírodní kosmetika**

Přírodní kosmetika je typ kosmetiky, který se skládá z přírodních surovin. Přírodní kosmetika  
nesmí obsahovat syntetické nebo polo syntetické látky. Obsahuje látky organického původu,  
suroviny získané z přírody. V dnešní době se popularita tohoto typu kosmetiky výrazně  
zvýšila. Spotřebitelé dekorativních produktů měli do teď špatné zkušenosti se syntetickými  
kosmetickými produkty, jako jsou alergické reakce, červenání kůže apod., kvůli tomu trend  
přírodní kosmetiky zase má místo na trhu. Přírodní kosmetika musí vykazovat určité  
vlastnosti a dodržovat pravidla daná zákonem. V Evropské unii byl založen standardní postup  
přípravy přírodní kosmetiky a nazván je Cosmetics Organic Standard – Cosmo. V České  
republice se pravidla pro přípravu přírodní kosmetiky řídí podle CPK (Certifikovaná Přírodní  
Kosmetika) směrnice [12], [13].

Komponenty přírodní kosmetiky jsou převážně rostlinného původu. Kvůli lepším účinkům na  
kůži, nižší toxicitě a nevyvolávání podráždění na kůži. Rostlinné extrakty mají velké  
uplatnění v kosmetice. Používají se v péči o pleť, při léčbě ekzému, akné, suchosti kůže,  
anti-aging apod. Nejpoužívanější složky v tomhle typu kosmetiky jsou voda, aloe vera, různé  
typy olejů a přírodní emulgátory. Každá z uvedených složek má určité vlastnosti, které  
zlepšují lidskou pokožku [14].

### **2.3.3 Dekorativní kosmetika-make up**

Dekorativní kosmetika se poprvé používala na Blízkém východě před 5 000 lety. V průběhu  
tohoto století role dekorativní kosmetiky se měnila dle kultury společnosti, a její použití

v každodenním životě exponenciálně vzrostla. Make up na obličej se používá k tomu, aby pleť vypadala přirozeně a sjednoceně [10].

Cílem make-up je sjednocení barvy kůže, zlepšit vzhled kůže, poskytovat matný efekt povrchu kůže, maskovat nedokonalosti kůže. Jejich aplikace musí být snadná a poskytovat naturální efekt na obličej [10].

#### **2.3.4 BB krém**

BB představuje zkratku pro výrazy „Blemish Balm”, „Beauty Balm”, „Blemish Base” nebo „Beblesh Balm”. Je to krém, který poskytuje dokonalou pleť a má fotoprotektivní účinek. Tento krém má více funkcí, hydratuje pokožku, chrání ji a má krycí schopnosti [15].

V Německu v roce 1967 byla vyvinuta dermatologem Christine Schrammekovou první receptura pro tenhle neobvyklý typ krému. V této době byl produkt používán ke zklidnění pokožky a zakrytí negativních účinků chirurgických zákroků. V Asii v 80. letech byla redukována původní receptura a vznikl první BB krém. V Evropě a Spojených státech BB krém získal obrovskou popularitu mezi kosmetickými značkami až v roce 2011 [15].

BB krém, známý jako magický krém nebo „vše v jednom“, je schopen zaměnit několik kosmetických produktů, poskytující vedle hydratačních a krycích schopností i ochranu před UV zářením [16].

Podle pravidel by měl mít make-up, což zahrnuje i BB krém, index ochrany před slunečním zářením (SPF) od 5 do 30. SPF (Sun Protecting Factor) je číselný údaj, který vyjadřuje míru ochrany před UV zářením. SPF je poměr doby působení UV záření, které je potřebné k vyvolání erytému (červenání kůže), v kůži, která je už chráněná opalovacím krémem, k době vyvolávání erytému v nechráněné kůži. Hlavní účinné látky, ke kontrolování proniklého záření do kůže, používané v kosmetických přípravcích, mohou být organické a anorganické. Organické látky absorbují UV záření, zatímco anorganické odrážejí a rozptylují záření [10], [17].

Podle článku autora Sounga Lyul Parka-a, složení BB krému zpravidla obsahuje MilliQ vodu, různé esenciální oleje, silikony, síran hořečnatý, stearát vápenatý a pro ochranu před UV zářením se nejčastěji používají oxid titaničitý a oxid zinečnatý [18].

### **2.4 Příprava stabilních kosmetických produktů**

Obecná příprava kosmetických produktů je založena na výběru vhodných složek pro daný výrobek, ale i udržování stability vzorku. Moderní kosmetické výrobky musí mít zaručenou trvanlivost, dodržovat stabilitu při různých podmínkách, být bezpečné a účinné, ale musejí i dodržovat mnoho dalších kritérií diktovaných moderními trendy. Jeden z požadovaných úkolů je vytvořit produkt obsahující kvalitní přírodní a biologicky rozložitelné suroviny. Při samotné přípravě vzorků, olejová a vodná fáze se připravují individuálně, poté dochází k sjednocení a homogenizaci fází. Olejová a vodná fáze se zahřívají na stejnou teplotu

a po rozpouštění obou fází, jedna z nich se přidává do druhé, olejová fáze do vody nebo vodná fáze do olejové. Fáze se zahřívají na 70 stupňů. Důležitou roli při přípravě stabilního produktu mají emulgátory a výběr vhodného emulgátoru za specifický typ emulze [19].

Podle článku Vasiljević a kolektiv, emulgátory jsou rozpuštěné v olejové fázi, poté je takový systém přidáván do vodné fáze. Dalším krokem je homogenizace vzorku míchadlem a ochlazení vzorku na laboratorní teplotu [19], [20].

## 2.5 Míchání

Cílem míchání je tvorba homogenního roztoku či směsi, suspenze tuhých částic, dispergace kapalin nebo plynů, výměna tepla apod. K míchání může docházet v čerpadle, při průtoku tekutiny potrubím, ale i v míchacích zařízeních, tím se rozlišují dva druhy míchání, kontinuální a násadové. S kontinuálním mícháním se setkáváme v průtočných nádobách s mechanickými míchadly, ale i v čerpacích systémech. V násadovém typu míchání se setkáváme s rotačními nebo vibračními míchadly [21], [22].

### 2.5.1 Míchadla

Míchadla lze rozdělit podle rychlosti otáčení na rychloběžná a pomaloběžná. Další způsob rozdělení je podle typu proudění v míchací nádobě, míchadla mohou vytvářet radiální, axiální a smíšený proud tekutiny. Do první skupiny, rychloběžných míchadel, spadají různá turbínová a vrtulová míchadla. Rychloběžná míchadla zpravidla zabírají třetinu míchací nádoby, používají se nejčastěji pro nízkoviskózní kapaliny a pracují v nádobách v kombinaci s narážkami. Charakteristika pomaloběžných míchadel je jejich velký průměr ve srovnání s průměrem nádoby. Mají nízkou frekvenci a používají se pro vysokoviskózní kapaliny. Do této skupiny patří listová, kotvová, šneková a pásová míchadla. Pro volbu vhodného typu míchadel pro daný účel, je třeba znát funkční schopnosti a efektivitu specifického druhu míchadla [21], [22], [23], [24], [25].

Turbínová míchadla mají připevněný rotor, oběžné kolo, na svislém hřídeli. Na oběžné kolo jsou upevněny lopatky, kterých je obvykle větší počet. Turbínová míchadla lze rozdělit podle tvaru lopatek a principu jejich upevnění. Nejjednodušší typ turbínových míchadel jsou míchadla s rovnými kolmými lopatkami [21], [22].

Vrtulová míchadla, nazývaná i propelerová, jsou míchadla používána pro intenzivní míchání za minimální spotřeby mechanické energie. Tenhle typ míchadel vyvolává axiální proudění kapaliny a mají velký čerpací účinek, což jim umožňuje přípravu suspenzí. Šterbáček a Tausk uvádějí, že propelerová míchadla jsou vhodná pro rychlé promíchávání a tvorbu málo viskózních emulzí [21], [22].

Lopatková míchadla jsou typem jednoduchých míchadel a patří do pomaloběžných míchadel. Obvykle mají dvě nebo více lopatek, pro získání větší intenzity míchání. Průměr míchadel je v rozmezí od 0,5 do 0,8  $D$ , kde  $D$  označuje průměr nádoby. Další rozměry míchadel jsou  $h/D$  0,2 nebo 0,5,  $H$  je v rozmezí od 0,8 do 1,3  $D$ . Poměr  $h/D$  představuje výšku lopatky

ku průměru nádoby a  $H$  označuje výšku vsádky v nádobě. Sklon lopatek u lopatkových míchadel je obvykle  $45^\circ$ . Míchadla s různým typem lopatek vyvolávají různé proudění, míchadla s kolmými lopatkami, vyvolávají radiální proudění a míchadla se šikmými lopatkami, vytvářejí axiální tok [21], [22].

Lopatková míchadla jsou nejstarší používaná míchadla v chemickém průmyslu a hlavní výhodou těchto míchadel je cena a jednoduché použití. Nevýhodou lopatkových míchadel je malá intenzita míchání, která se může nahradit přidáním dvou nebo více párů lopatek [21],[22].

Kotvová a rámová míchadla mají pomalý pohyb a určena jsou pro míchání velmi viskózních kapalin, tím že mají průměr blízký průměru míchacího zařízení. Existují kotvová míchadla s rameny kruhovými, trojúhelníkovými, eliptickými [21], [22].

Šneková míchadla fungují na stejném principu jako vrtulová míchadla, ale mají nižší frekvenci, používají se pro vysoce viskózní kapaliny a používají se v míchacích zařízeních s narážkami a bez nich [21], [22].

### 2.5.2 Doba míchání

Doba míchání představuje čas, který je potřebný k dosažení homogenizovaného vzorku. Tato veličina se označuje písmenem  $\tau_M$  a zjišťuje se experimentálně. Doba míchání závisí na velikosti pozorovaného elementu, ve kterém se stanovuje hodnota sledované vlastnosti. Vědci se dosud nejvíce zabývali pozorováním a měřením doby míchání mísitelných kapalin a ustavení rovnováhy mezi těmito kapalinami. Závislost doby homogenizace na ostatní veličiny v systému je vyjádřena formou kritériální rovnice [22]

$$\tau_M = \tau(n, d, Q, \mu, g, h_1, h_2 \dots) \quad (1)$$

$h_1, h_2, d$  představují geometrické charakteristiky systému. Dalším upracováním se dostává rozměrová analýza kritériální závislosti,

$$Sl_M = f\left(\text{Re}_M, Fr_M, \frac{h_y}{d}, \frac{h_2}{d}, \dots\right) \quad (2)$$

$Sl_M$  představuje Strouhalovo kritérium pro míchání, tedy počet otáček míchadla potřebný k dosažení požadovaného stupně homogenity,

$$Sl_M = n \cdot \tau_M \quad (3)$$

Pro míchací zařízení bez centrálního víru při míchání vsádky, rovnice se zjednodušuje na tvar,

$$Sl_M = f(\text{Re}_M) \quad (4)$$

### 2.5.3 Intenzita míchaní

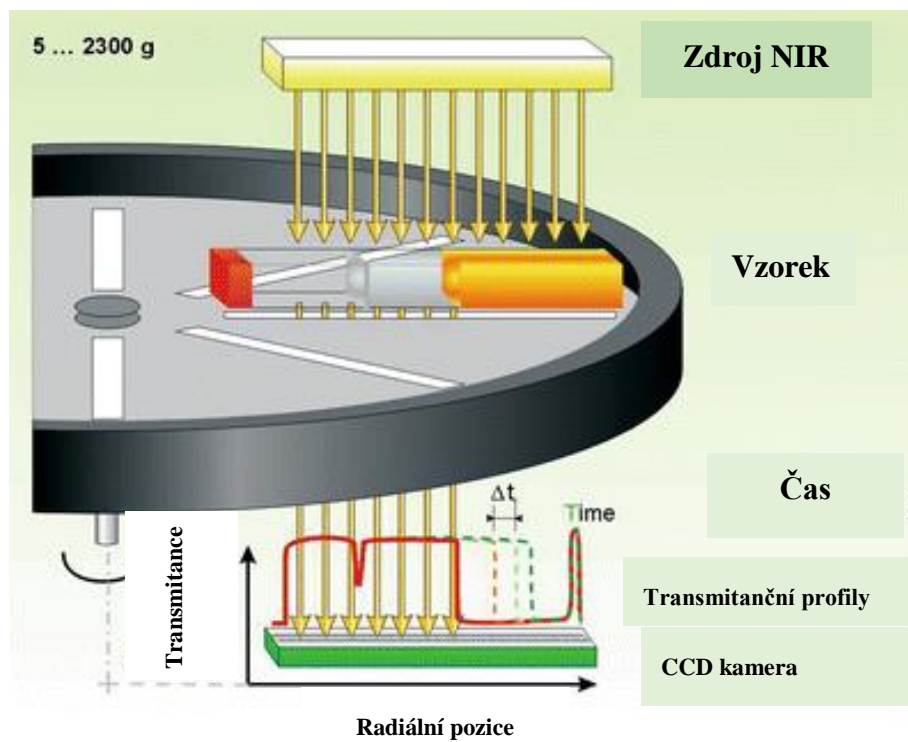
Intenzita míchaní se popisuje pomocí různých dalších veličin jako jsou

- Frekvence otáčení míchadla –  $n$
- Obvodová rychlost konců lopatek míchadla –  $u$
- Reynoldsovo číslo pro míchaní
- Příkon míchadla

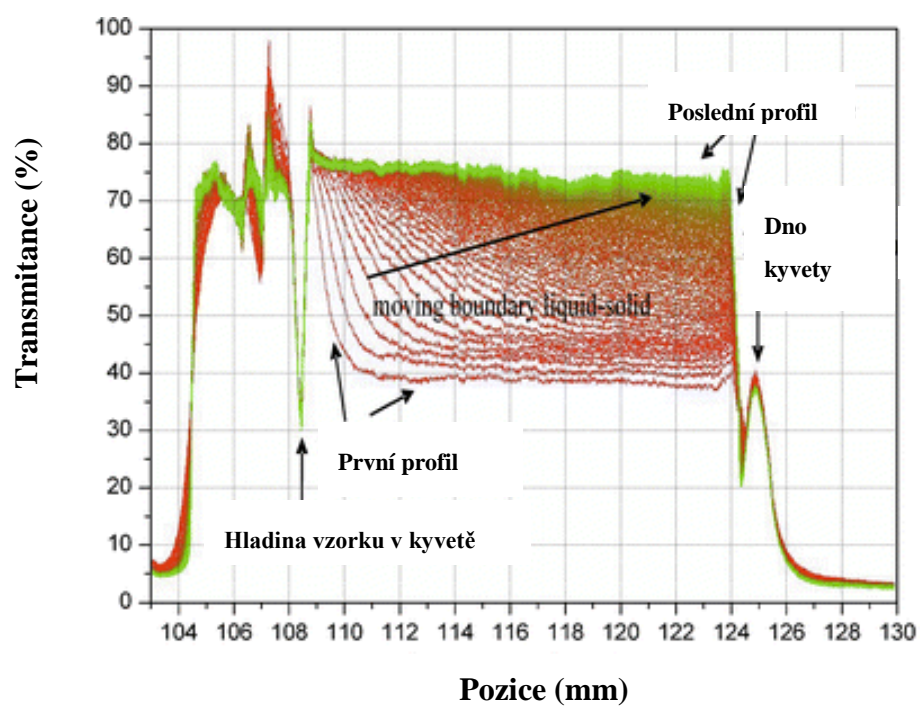
Tyto popsané veličiny vysvětlují pojem intenzity míchaní, ale jenom ve specifickém míchacím zařízení. Univerzální kritérium intenzity míchaní ještě není vysvětleno, a proto se dodnes používají rovnice pro každý systém individuálně. Když se srovnává stejný systém a určité míchací zařízení, tak se dá zjistit intenzita daného míchacího zařízení. Pokud je známo, že je  $n_2 > n_1$ , intenzita bude větší pro druhý stav. Nejpřesnější veličinou pro určení intenzity je poměr příkonu míchadla a objemu míchané kapaliny. Problém tohoto principu určování intenzity je disipace energie v objemu míchacího zařízení. Disipace energie je nerovnoměrná a pro každé míchací zařízení je tato nerovnoměrnost jiná [21].

## 2.6 LumiSizer

LumiSizer je analytická odstředivka, což je unikátní přístroj pro studium dějů v disperzních soustavách. Tato odstředivka využívá technologii STEP, která poskytuje měření intenzity prošlého infračerveného záření, jako funkce času a polohy, po celé délce vzorku. Princip měření je založen na emitování NIR záření na rotující kyvety se vzorky, neabsorbované záření se dál zaznamenává fotometrickým detektorem. Výsledek měření jsou grafy závislosti transmitance na vzdálenosti od středu otáčení. Distribuce transmitance je zaznamenávána v předem stanovených časových intervalech. Tím způsobem vznikají transmitanční profily. Tvar a průběh transmitančních profilů obsahuje informace o kinetice separačních procesů, umožňuje charakterizaci částic a vyhodnocení interakcí mezi částicemi. Součástí výsledků je index nestability, což poskytuje informace o stabilitě daného vzorku, tím je možné určit nejstabilnější vzorek při měření. Destabilizace vzorku lze určit i vizuálně v kyvetách. Separační chování jednotlivých vzorků může být porovnáno a podrobně analyzováno. Tento přístroj stanovuje i rychlost vyčerení a rychlost separace, umožňuje i analýzu distribuce a velikostí částic. Výhodou je, že tato centrifuga nevyžaduje materiálové parametry jako jsou např. hustota a viskozita, pro určení těchto parametrů. Analýza týkající se oddělených fází může být provedena sledováním pohybu jakéhokoliv fázového rozhraní. Pro daný typ vzorku, pozice odpovídá definovanému objemu vzorku. To umožňuje přímo určit objem oddělených fází a vypočítat hustotu náplně. Tato analytická odstředivka umožňuje současně měření 12 vzorků, nastavování přesného časového intervalu a počtu otáček, což dává rychlé a přesné výsledky [26], [27], [28].



Obrázek 2: LUMiSizer, převzato a upraveno z [27]



Obrázek 3: Výstup z analytické odstředivky, převzato a upraveno z [27]

## **3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

### **3.1 Testované vzorky**

V této části práce je stručně popsána samotná příprava kosmetických vzorků, tedy přírodních BB krémů. Dále je zobrazen princip měření stability připravených vzorků. Použité chemikálie jsme měli od firmy Nobilis Tilia. Pro bakalářskou práci bylo připraveno 35 vzorků.

V první sadě vzorků byla použita receptura popsaná v tabulce (viz Tabulka 2) a byla změřena stabilita připravených vzorků pomocí přístroje LUMiSizer a výsledky měření zpracované programem SEView. V důsledku nestability připravených vzorků bylo nutno upravit původní recepturu. Upravená receptura byla popsána v tabulce (viz Tabulka 3). U všech vzorků byl stanoven vliv doby míchání a počtu otáček na stabilitu BB krému. Samotná příprava a výsledky měření budou popsány v následující části bakalářské práce.

### **3.2 Použité chemikálie a přístroje**

Pro provedení výzkumu byly dodány následující materiály od firmy Nobilis Tilia.

Chemikálie:

- Aloe vera gel
- Glycerol
- Keltrol
- Dermosoft 1388
- Natpurefilm AP
- Ricinový olej
- Mokřadkový olej
- Jojobový olej
- Arganový olej
- Squalan
- Magnesium stearát
- Tegocare 450
- Dermofeel SL
- Ercarel TCC
- Včelí vosk
- Oxid titaničitý
- Červený, žlutý a černý pigment oxidu železitého

Pomůcky a přístroje:



- Běžné laboratorní sklo a pomůcky (50 ml skleněná kádinky, 800 ml skleněná kádinka, laboratorní špachtle a lžičky, plastové a keramické váženky, kapátka (pipety) z měkkého plastu)
- Analytická váha, Denver
- Lopatkové míchadlo RW16 basic, IKA
- Dispergátor-SilentCrusher, Heidolph
- Magnetická míchačka s ohřevem, Heidolph MR Hei-Standard
- Analytická odstředivka LUMiSizer, LUM GmbH

### 3.2.1 Charakterizace použitých chemikálií

Na přípravu přírodní kosmetiky mají nejdůležitější roli oleje extrahované z rostlin, nazývané esenciální oleje. Esenciální oleje jsou těkavé směsi látek, složené z terpenů, ale i alkoholů, aldehydů, ketonů a dalších látek. Další důležité složky přírodních kosmetických produktů jsou voda, v našem případě aloe vera gel, složky vodné fáze a emulgátory.

Ricinový olej – získaný ze semene *Ricinus communis*. Hlavní komponenta ricinového oleje je triacylglycerol kyseliny ricinolejové. V emulzích plní úlohu emolientu, má hojivé účinky, podporuje regeneraci a zabraňuje vzniku vrásek [29], [30].

Mokřadkový olej se extrahuje ze semen rostliny *Limnanthes Alba*. Semena z rostliny *Limnanthes* obsahují dlouhé řetězce nenasycených mastných kyselin a díky této vlastnosti patří mezi nejstabilnější rostlinné oleje. Mokřadkový olej má velké uplatnění v průmyslu, zejména v kosmetice [31].

Jojobový olej se získává ze semene *Simmondsia chinensi*. Jedná se o tekutý vosk s unikátním poměrem vysoce nenasycených mastných kyselin. V kosmetických přípravcích má regenerační a dobře vstřebávací schopnosti, vytváří ochranný film na kůži, který udržuje vlhkost [32], [33].

Arganový olej se získává z plodů malých stromů argánie trnité, *Argania spinosa*. Olej obsahuje velké množství alfa tokoferolu a kvůli tomu má antioxidační účinky, obsahuje i ostatní účinné látky jako jsou nenasycené mastné kyseliny, karoteny a fytosteroly. V kosmetice má silné hydratační a regenerační účinky [32].

Squalan – získává se katalytickou hydrogenací Skvalanu, plný název této sloučeniny je 2,6,10,15,19,23-hexamethyltetrakosan, C<sub>30</sub>H<sub>62</sub>. Je to olej velmi stabilní, čirý, bezbarvý, bez chuti a zápachu. V kosmetice se používá jako emolient, hydratuje pokožku [34].

Magnesium stearát – stearan hořečnatý, získává se reakcí síranu hořečnatého a kyseliny stearové. Je to bílý, jemný pudr, bez zápachu a chuti. V kosmetice se používá jako lubrikant [35], [36].

Tego care 450 – polyglyceryl-3methylglucose distearate. Je látka rostlinného původu, biodegradabilní, proto se používá v přírodní kosmetice jako emulgátor. Jako emulgátor se nejčastěji používá v emulzích typu olej ve vodě [20].

Dermofeel SL – sodium stearyl lactylate, má vysokou HLB hodnotu a v kosmetice se používá jako emulgátor a zahušťovadlo [37].

Ercarel TCC – kaprylové/kaprinové triglyceridy, olej rostlinného původu. V kosmetice má funkci emolientu, kromě této úlohy, zajišťuje i viskozitu produktu [38], [39].

Včelí vosk – přírodního původu, v kosmetice se používá od antiky. Vytváří stabilní emulze, chrání pokožku, zvyšuje ochranný účinek před sluncem, nevyvolává alergické reakce, zlepšuje vzhled a konzistenci krému [40].

Oxid titaničitý – bílý pigment, v kosmetice se používá jako ochranný filtr před UV zářením, má schopnost odrážet a rozptylovat UVA a UVB záření a zároveň zabraňuje podráždění kůže. Výška SPF faktoru závisí na koncentraci oxidu titaničitého, 1 % oxidu titaničitého poskytuje hodnotu SPF mezi 2 a 3 [41], [42].

Unipure Red LC381, Black LC989, Yellow LC182 – představují červený, černý a žlutý pigment oxidu železitého, který je nerozpustný ve vodě a používá se v makeup-u na obličej [43].

Přírodní kosmetické produkty by neměly žádanou konzistenci a vlastnosti bez vodné fáze. Do vodné fáze patří hydrofilní látky, které jsou snadno rozpuštěné ve vodě.

Aloe vera gel – je slizovitý gel získán z rostliny Aloe vera, má vynikající účinky na pokožku. Podporuje regeneraci, hydratuje a má zklidňující účinky [44].

Glycerol – propan-1,2,3-triol, je bezbarvá sirupovitá kapalina, která je rozpustná ve vodě. Glycerol je jednou z nejpoužívanějších složek v kosmetice. Nejdůležitější vlastnost glycerolu je jeho vysoká hygroskopie, v kosmetických přípravcích pomáhá dalším látkám, aby se vstřebaly do pokožky [44], [45].

Keltrol – xanthanová guma, látka přírodního původu. V kosmetických produktech zvyšuje hustotu produktu a působí jako stabilizátor. Má hydratační účinky na pokožku [44].

Dermosoft 1388 – směs organických kyselin odvozených z rostlin, které mají širokou antimikrobiální aktivitu. Používá se při výrobě kosmetických přípravků. Hydratuje pokožku, reguluje pH přípravku a poskytuje ochranu proti bakteriím, houbám a kvasinkám [46].

Natpurefilm AP – látka přírodního původu, na bázi cukru. V kosmetických přípravcích vytváří filmovou vrstvu [47].

### 3.3 Receptura

V následujících tabulkách jsou zahrnuty receptury přírodních BB krémů.

*Tabulka 2: První receptura BB krému*

<b>Vodná fáze</b>		
Látka	Hmotnostní procenta [%]	Množství [g]
Aloe vera gel	42,92	17,17
Glycerol	3,51	1,40
Keltrol	0,25	0,10
Dermosoft 1388	3,00	1,20
Natpurefilm AP	1,00	0,40
Celkem	50,68	20,27
<b>Olejová fáze</b>		
Ricinový olej	10,00	4,00
Mokřadkový olej	8,00	3,20
Jojobový olej	4,00	1,60
Arganový olej	4,00	1,60
Squalan	4,00	1,60
Magnesium stearát	0,50	0,20
Tegocare 450	3,00	1,20
Dermofeel SL	0,50	0,20
Ercarel TCC	5,00	2,00
Včelí vosk	2,29	0,92
<b>Pigmenty</b>		
Oxid titaničitý	7,50	3,00
Žlutý pigment	0,40	0,16
Červený pigment	0,10	0,04
Černý pigment	0,03	0,01
Celkem	49,32	19,73

Tabulka 3: Upravená verze původní receptury BB krému

<b>Vodná fáze</b>		
Látka	Hmotnostní procenta [%]	Množství [g]
Aloe vera gel	52,92	21,17
Glycerol	3,51	1,40
Keltrol	0,25	0,10
Dermosoft 1388	3,00	1,20
Natpurefilm AP	1,00	0,40
Celkem	60,68	24,27
<b>Olejová fáze</b>		
Ricinový olej	4,00	1,60
Mokřadkový olej	4,00	1,60
Jojobový olej	4,00	1,60
Arganový olej	4,00	1,60
Squalan	4,00	1,60
Magnesium stearát	0,50	0,20
Tegocare 450	3,00	1,20
Dermofeel SL	0,50	0,20
Ercarel TCC	5,00	2,00
Včelí vosk	2,29	0,92
<b>Pigmenty</b>		
Oxid titaničitý	7,50	3,00
Žlutý pigment	0,40	0,16
Červený pigment	0,10	0,04
Černý pigment	0,03	0,01
Celkem	39,32	15,73

### 3.4 Postup výroby BB krému

Postup přípravy BB krému byl inspirován článkem autora Hiromichi Sagitani. Podle tohoto článku byla zpracována naše receptura. Metoda přípravy je popsána v následujících krocích.

- Nejprve byly obě fáze, olejová a vodná naváženy. Jednotlivé fáze byly připraveny individuálně. Celková hmotnost vzorku vždy byla 40 g.
- Fáze vždy byly zahřívány za stálého míchání na 70 °C ve vodní lázni.
- Po rozpuštění jednotlivých složek v olejové fázi byly přidány pigmenty do směsi a dále následovalo rozpouštění všech komponent dané fáze.
- Následující krok bylo smíchání dvou fází. Za stálého míchání byla vodná fáze přidána pomalu po kapkách do olejové.
- Po sjednocení dvou fází došlo k homogenizaci vzorku lopatkovým míchadlem.

### **3.5 Vliv doby míchání a počtu otáček na stabilitu BB krému**

Autor Fuel v článku uvádí, že se disperzí vytváří jemné kapky rozptýlené fáze. Intenzita míchání a množství zavedené mechanické energie jsou důležité pro konkrétní techniku přípravy emulze, protože umožňují vytváření jemné dispergované fáze. Autor tohoto článku vyzkoušel, jaký vliv má změna rychlosti, tedy počet otáček, na zvolenou formu emulze. Když je rychlost vyšší, lopatková míchadla způsobují turbulence a tím i velké množství vzduchových bublin. Tím se dále zvyšuje viskozita emulzí. V experimentální části práce byly údaje z článku ověřeny [48].

Tato práce byla zaměřena na zvolení různé doby a počtu míchání a jaký účinek mají tyto veličiny na stabilitu připraveného vzorku. První řada vzorků byla nachystána a výzkum probíhal při 2 000, 4 000, 6 000 a 8 000 otáček za minutu (dál ot./min), doba homogenizace byla 15, 30, 45 a 60 minut.

Druhá sada vzorků byla změřena při 2 000, 4 000, 6 000, 8 000 ot./min. Výsledky prvního měření byly ověřeny druhým měřením, kde byla použita upravená původní receptura BB krému. Při měření byl použit přístroj RW16 basic, výrobce IKA.

### **3.6 Stabilita připravených BB krémů**

Připravené vzorky byly umístěny v plastových nádobách a uchovávány při laboratorní teplotě. Stabilita vzorků byla stanovena pomocí přístroje LUMiSizer. Vzorky BB krémů byly nadávkovány do polykarbonátových kyvet. Podmínky při měření vzorků byly následující, teplota 25 °C, doba měření 5 hodin a počet otáček za minutu byl 4 000. Při těchto zvolených podmínkách byly sledovány změny dané soustavy. Analýza stability vzorků byla provedena pomocí programu SEPview a vizuální analýzou. Po analýze vzorků v programu, se zjišťuje hodnota indexu nestability vzorků. Čím hodnota indexu nestability byla nižší, tím vzorek ukazoval vyšší stabilitu.

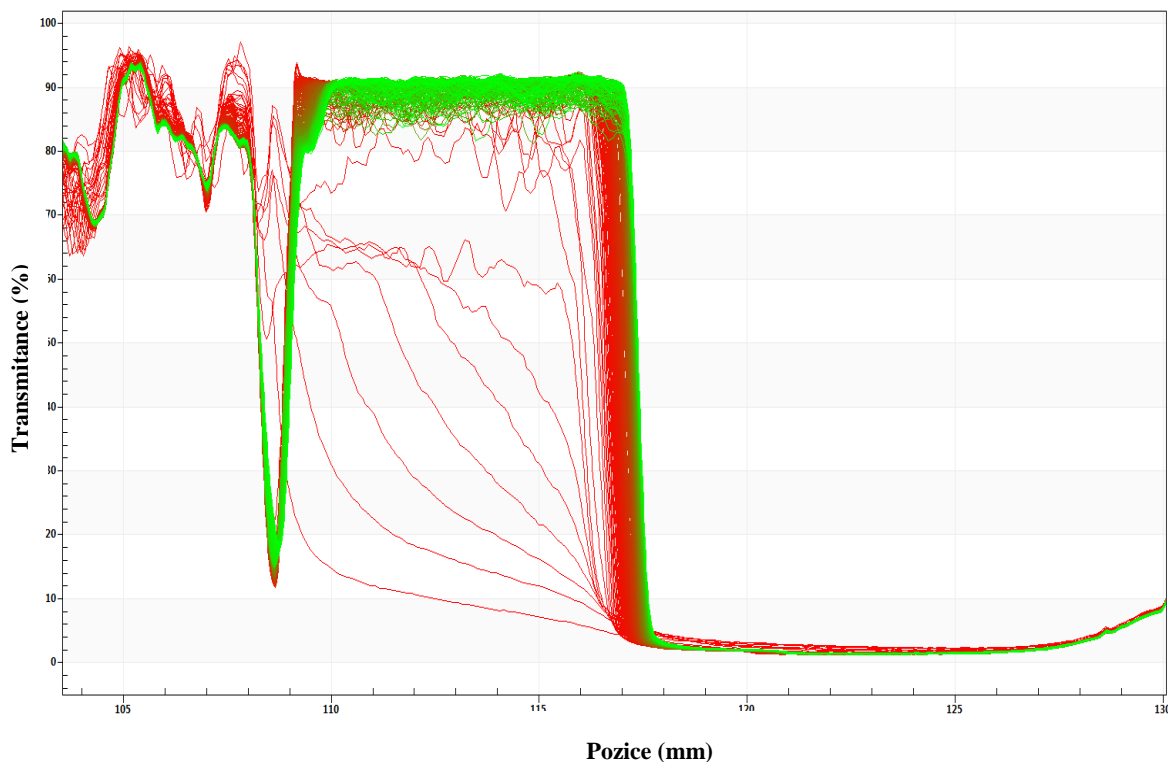
## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 4.1 Způsob míchání při přípravě vzorků – Nultá sada vzorků

Z důvodu přípravy co nejstabilnějšího BB krému, muselo nejprve být rozhodnuto, který přístroj se bude používat při homogenizaci vzorků. Pro porovnání způsobu míchání vzorků byly použity přístroje dispergátor Silent Crusher od výrobce Heidolph a lopatkové míchadlo RW basic 16, IKA. Vzorky byly připraveny podle receptury z tabulky (viz Tabulka 2), avšak nebyly přidány pigmenty. Po navážení fází, k homogenizaci vzorků nejprve byl použit dispergátor. Míchání proběhlo při 5 000, 8 000 a 11 000 ot./min. Doba míchání byla 15 minut. Při míchání na 5 000 ot./min, nebyla doba míchání 15 minut dostatečná. Fáze se oddělovaly a vzorek byl hrudkovitý a nehomogenní. Vzorek, který byl míchán při 8 000 ot./min, byl rovněž nestabilní a nebyl dostatečně promíchán. Krém, který byl míchán při 11 000 ot./min, byl homogenní, snadno se roztíral a nelepil se. Výsledky připravených krémů jsou znázorněny na obrázku (viz Obrázek 4).

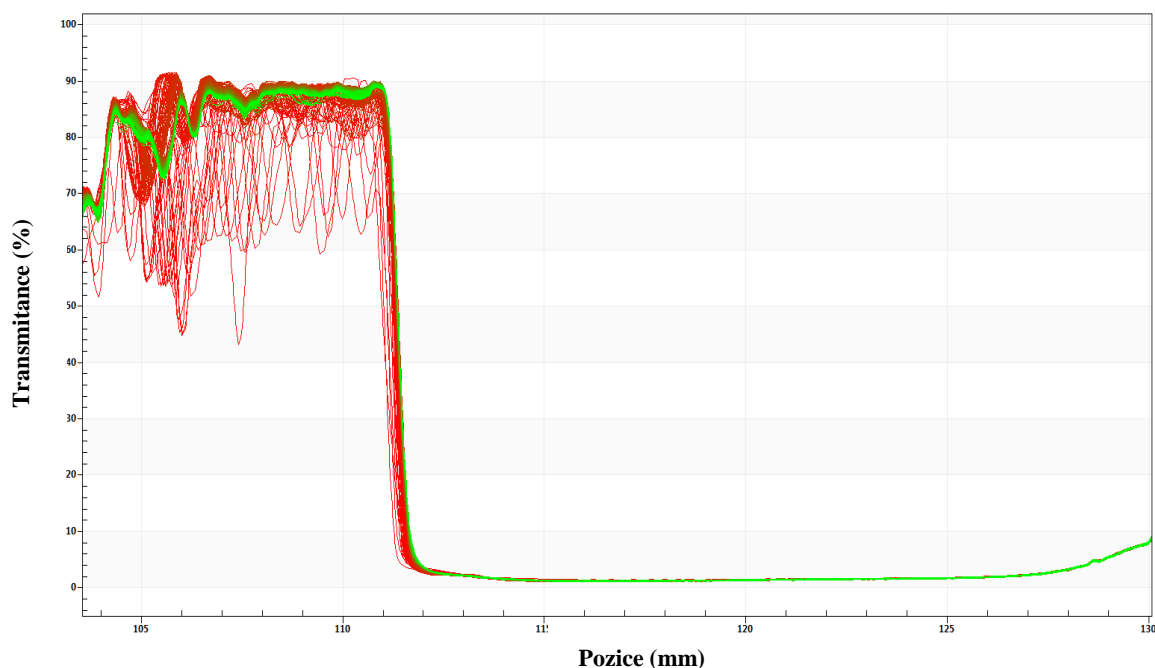


*Obrázek 4: Vzorky č. 1, 2, 3: 5 000, 8 000 a 11 000 ot./min, dispergátor*



*Obrázek 5: Vzorek č. 1: 5 000 ot./min, dispergátor*

Na obrázku (viz Obrázek 5) je patrné, že připravený vzorek č. 1 je nestabilní. Vzdálenost mezi transmitančními profily ukazuje na oddělování fází ve vzorku. Po proměření vzorku na LumiSizeru, byla ověřena nestabilita vzorku, která byla viditelná již za laboratorních podmínek. Vzorek č. 2 rovněž vykazoval nestabilitu, ale po proměření vzorku na LUMiSizeru, index nestability vzorku č. 2 byl nižší než ve vzorku č. 1. Nejstabilnější vzorek při prvním měření byl vzorek č. 3, který byl míchán při 11 000 ot./min. Index nestability u tohoto vzorku byl 0,023, zatímco u vzorků č. 1 a 2 byl 0,366 a 0,267.



*Obrázek 6: Vzorek č. 3: 11 000 ot./min dispergátor*

Z výsledků měření je patrné, že stabilní krém, homogenizován dispergátorem, vznikl až při vyšších otáčkách, tedy při 11 000 ot./min.

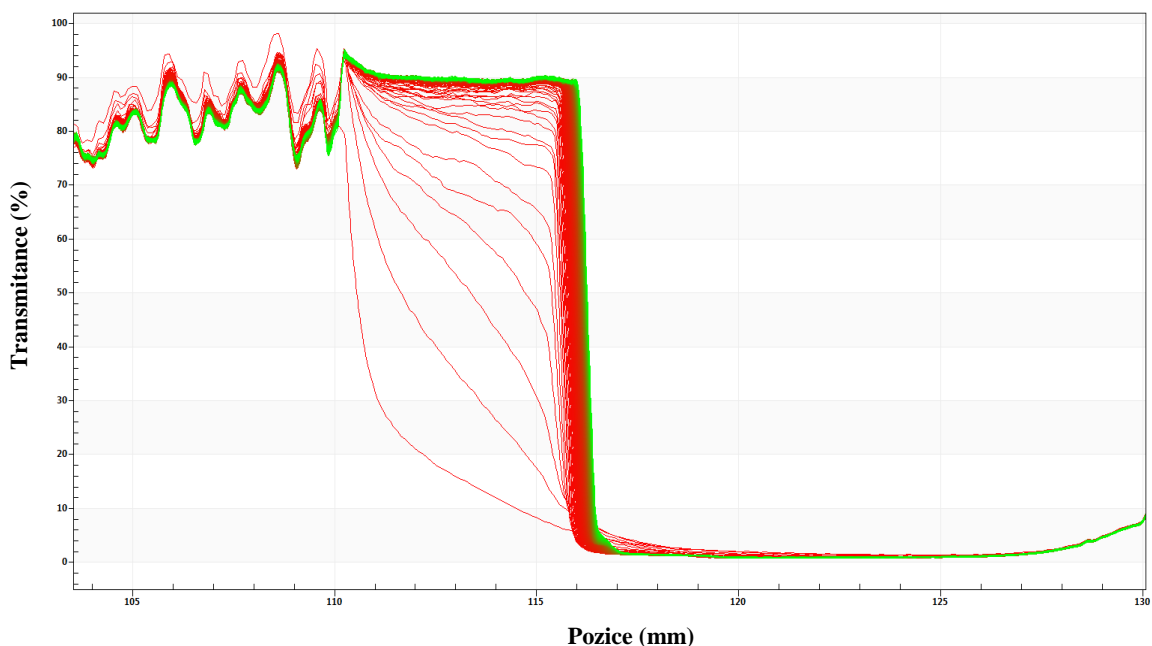
Většina firem nemá k dispozici dispergátor na přípravu vzorků, tudíž další vzorky byly připravovány lopatkovým míchadlem a byl zkoumán vhodný počet otáček pro tenhle typ míchadla.

## **4.2 Ověření stability první sady vzorků**

Cílem testu bylo sledovat stabilitu připravených BB krémů a určení vhodné doby a intenzity míchaní pro dané BB krémy. Vzorky byly připraveny postupem popsáním výše. Měření na analytické odstředivce pro každé měření bylo nastavené na stejnou dobu a teplotu. Měření probíhalo za následujících podmínek, doba měření byla 5 hodin, teplota byla 25 °C. Přístroj zaznamenával transmittanční profily každých 50 vteřin při rychlosti 4 000 rpm.

První čtyři vzorky byly míchány 15 minut při 2 000, 4 000, 6 000 a 8 000 ot./min. Vzorky vykazovaly nestabilitu již za laboratorní teploty a tlaku. Po působení odstředivé síly na vzorky bylo pozorované oddělování fází. Z výsledků měření bylo zjištěno, že jsou připravené vzorky nestabilní. Nestabilita byla ověřena vizuálně a proměřena na analytické odstředivce. Připravené vzorky nebyly dostatečně homogenizované a neměly konzistenci krému. Olejová vrstva byla na povrchu krému, což ihned ukazovalo na nesjednocení fází a nestabilitu vzorku.

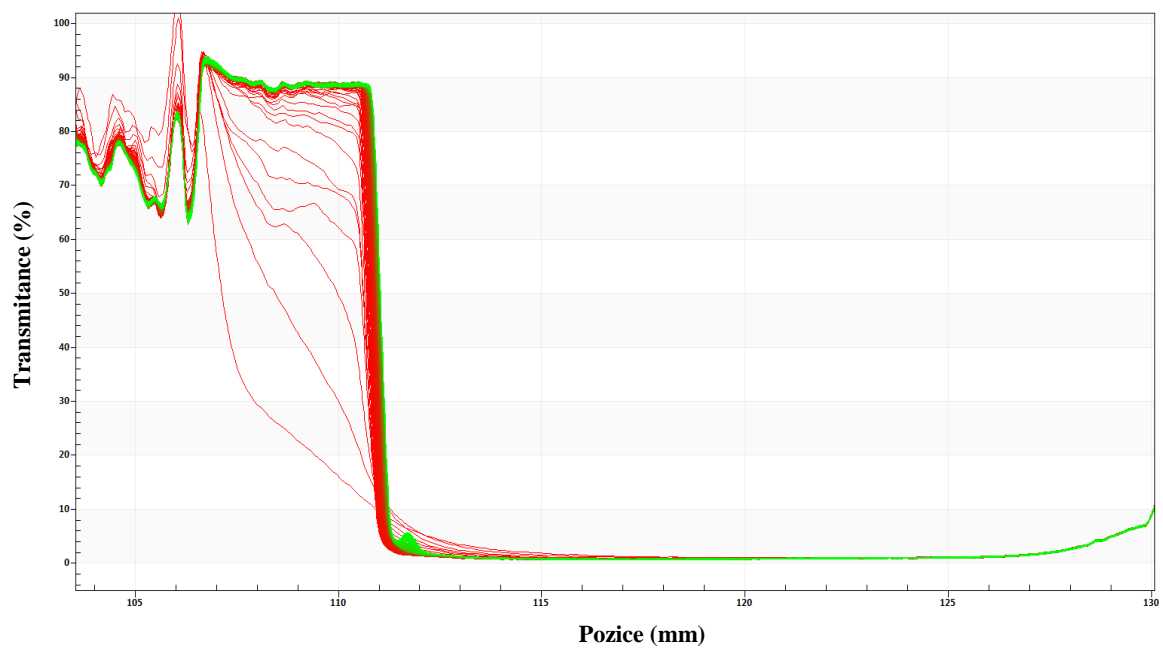




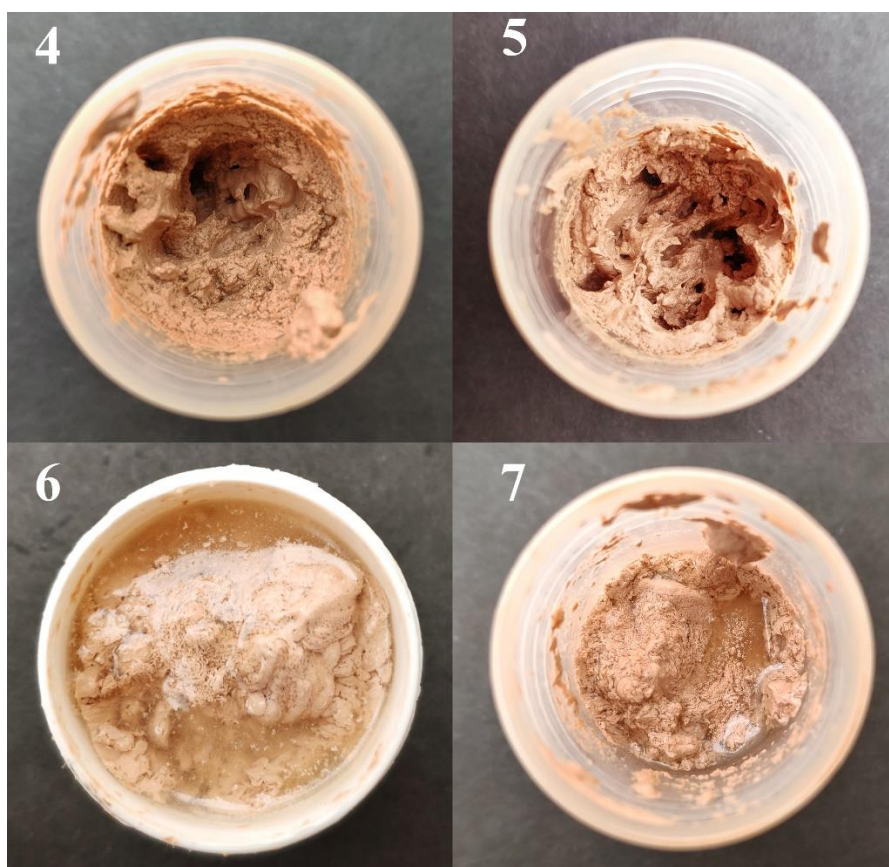
Obrázek 7: Vzorek č. 4: 2 000 ot./min, doba míchaní 15 minut

Na obrázku (viz Obrázek 7) je znázorněno, že detektor zaznamenával oblast od 105 do 130 mm, od hladiny vzorku ke dnu kyvety. První transmitanční profil se objevuje v pozici 110 mm (viz Obrázek 7). Vzdálenost mezi jednotlivými profily se zmenšuje, to znamená, že se odolnost proti zhutnění neustále zvyšuje. Vzorek číslo 4 byl vyhodnocen jako nestabilní, což je i ověřené vizuálním pozorováním. Z výsledků měření vyplývá, že patnáctiminutová doba míchaní nebyla dostatečná pro přípravování stabilního krému. Vysoká úroveň nestability byla pozorována i u ostatních vzorků, které byly míchány 15 minut, tedy vzorky č. 5, 6 a 7.

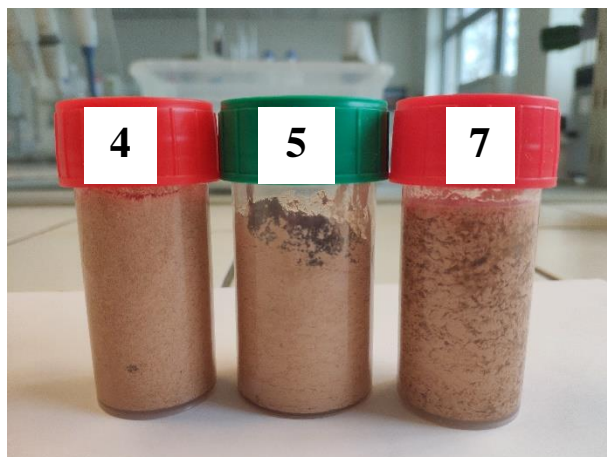
U vzorků č. 5 a 6 došlo ke snižování indexu nestability, avšak u vzorku č. 7 došlo ke zvyšování indexu nestability, nestabilita vzorků je ověřena i vizuálně. Oddělování olejové a vodné fáze je možné pozorovat i na obrázcích (viz Obrázek 9 a Obrázek 10). Pro zjištění vhodného počtu otáček za minutu, byl připraven vzorek č. 6, který byl homogenizován při 6 000 ot./min. Zmíněný vzorek č. 6, též byl označen jako nestabilní. Výsledek z měření na analytické odstředivce je zobrazen na obrázku (viz Obrázek 8). První transmitanční profil byl zaznamenán v pozici 106 mm, dál následovalo zmenšování vzdáleností mezi transmitančními profily, což vysvětluje separaci fází v emulzi a následnou sedimentaci částic ve vzorku. Sediment v tomhle vzorku činil 12 mm. Vytvořená olejová vrstva nad sedimentem činila 5 mm.



Obrázek 8: Vzorek č. 6: 6 000 ot./min, doba míchaní 15 minut

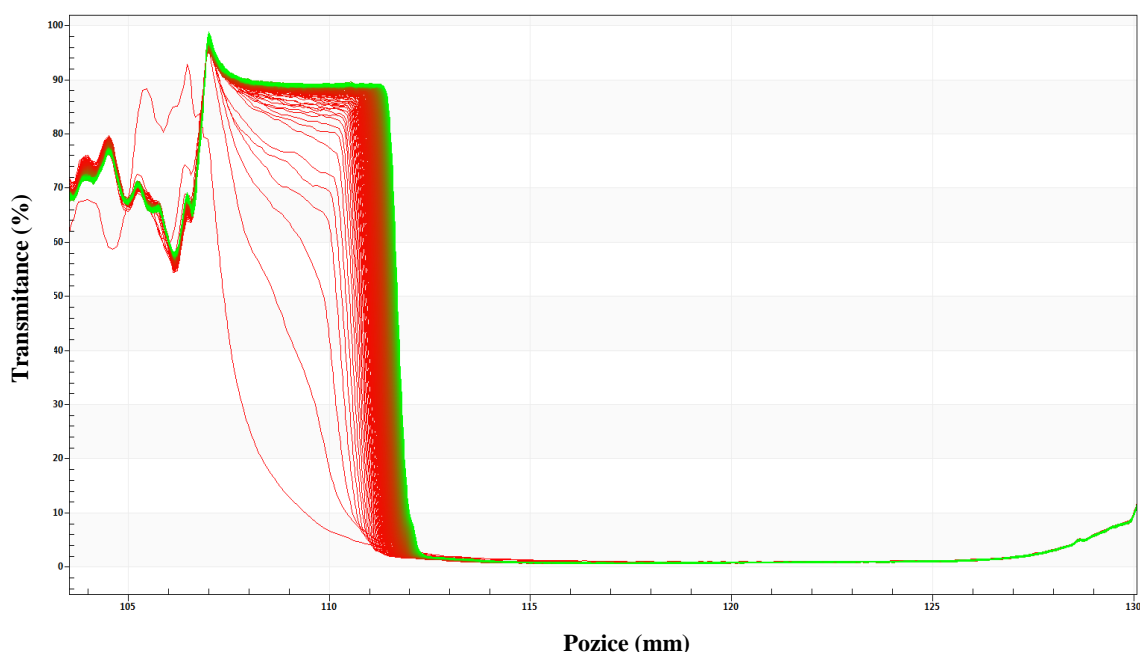


Obrázek 9: Vzorky č. 4, 5, 6, 7: 2 000, 4 000, 6 000, 8 000 ot./min, doba míchaní 15 minut

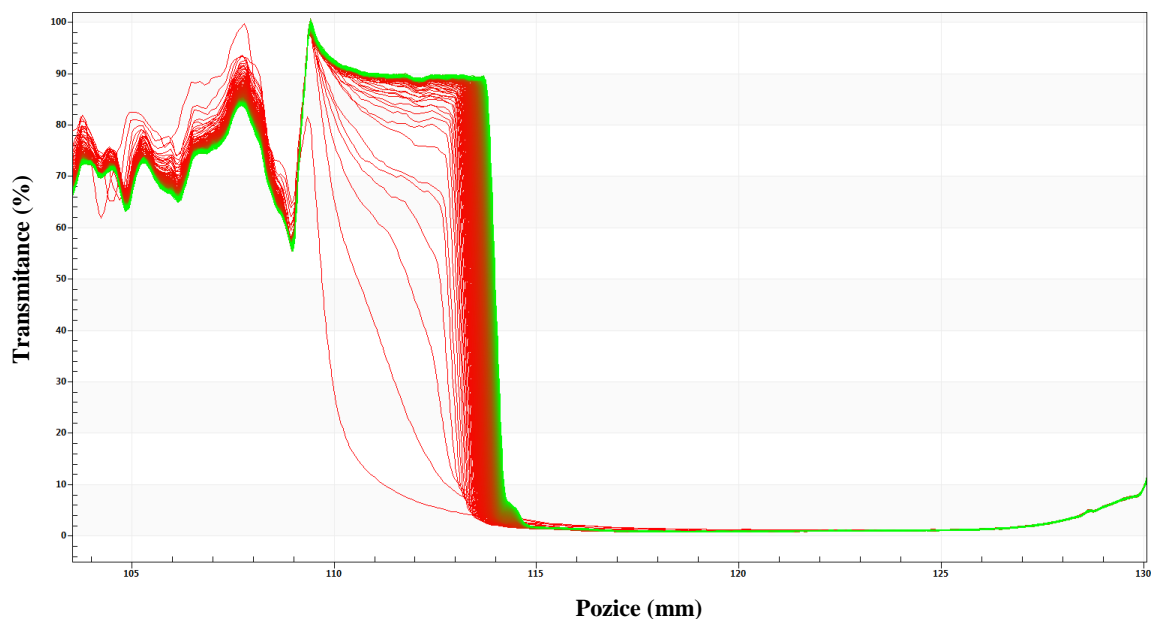


Obrázek 10: Vzorky č. 4, 5, 7: 2 000, 4 000, 8 000 ot./min, doba míchaní 15 minut

Vzorky č. 8, 9, 10 a 11 byly homogenizovány po dobu 30 minut a počet ot./min byl 2 000, 4 000, 6 000 a 8 000. Při vizuální analýze byly vzorky dostatečně homogenizované, roztíratelné a vstřebatelné. Vzorky měly konzistenci krému a snadno se nanášely. Po proměření vzorků na analytické odstředivce bylo zjištěno, že vzorky nejsou stabilní a třicetiminutová doba míchaní stále není dostačující na přípravu stabilních vzorků. Působením odstředivé síly byla zničena stabilita vzorků. Na obrázku (viz Obrázek 11) je z polohy transmitančního profilu vidět, že došlo k sedimentaci emulze. První transmitanční profil se objevil v pozici 107 mm a olejová vrstva činila 5 mm. Vzdálenost mezi profily ukazuje na oddělování fází a následnou sedimentaci částic ve vzorku. Podobné vlastnosti měly i ostatní vzorky, které byly míchány po dobu 30 minut. Z výsledků měření byly vzorky č. 8, 9, 10 a 11 též ohodnoceny jako nestabilní.

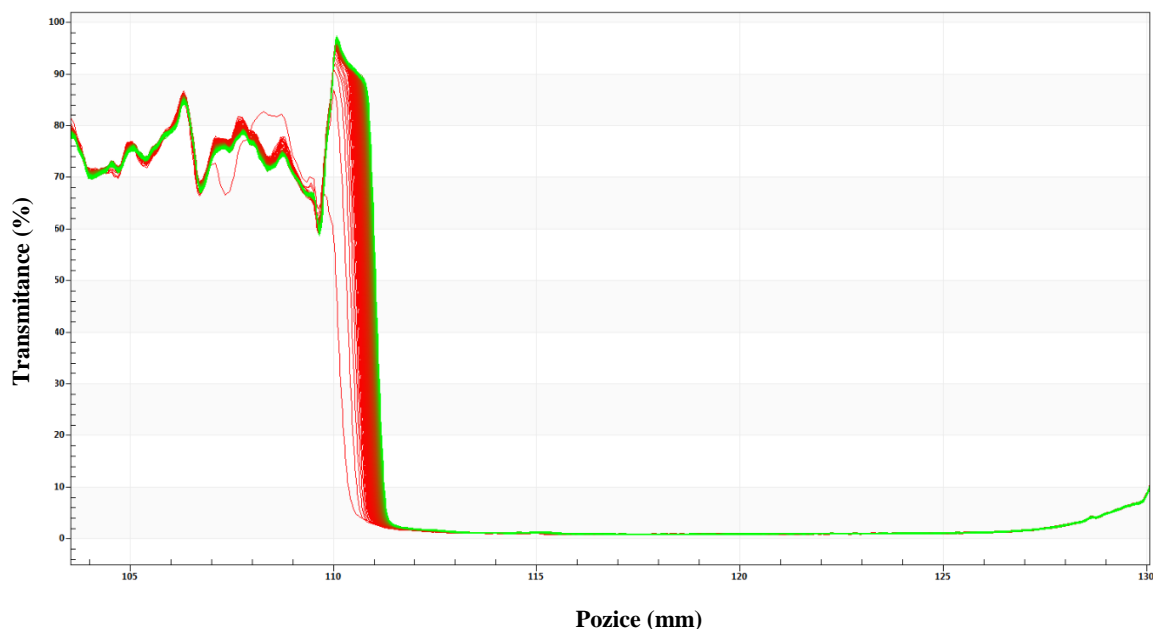


Obrázek 11: Výsledek vzorku č. 8: 2 000 ot./min, doba míchaní 30 minut



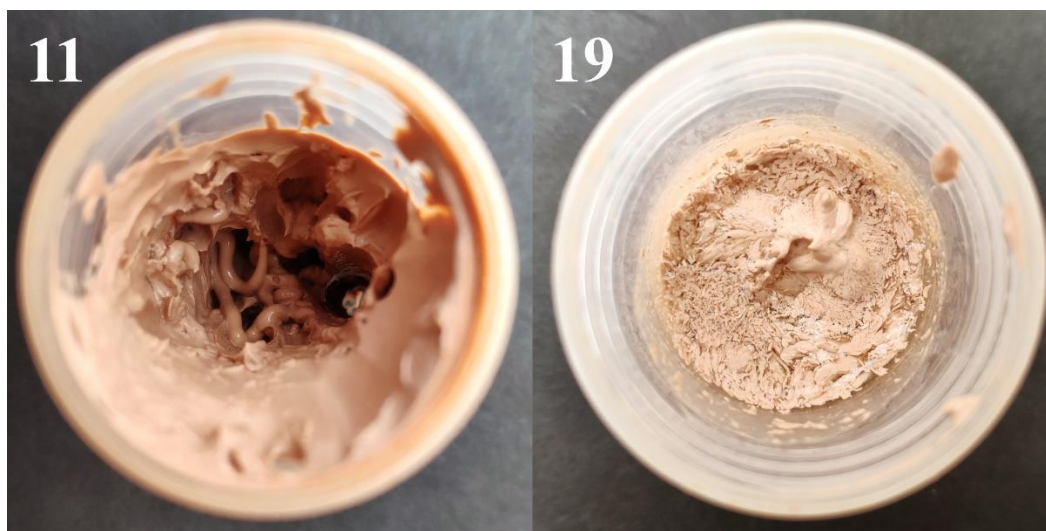
*Obrázek 12: Vzorek č. 9: 4 000 ot./min, doba míchaní 30 minut*

Následující vzorky BB krému byly homogenizovány po dobu 45 minut. Vzorky č. 12, 13, 14 a 15 vykazovaly vyšší úroveň stability než ostatní proměřené vzorky, ale stále byly vyhodnoceny jako nestabilní. Na obrázku (viz Obrázek 13) je zřejmé, že se úroveň stability zvýšila, se zvyšující se dobou míchaní. Po srovnání indexu nestability zaznamenaných vzorků, bylo zjištěné, že se stabilita zvyšuje i se zvyšujícím se počtem otáček. Nevytvořily se široké transmittanční profily, avšak pořád se objevilo oddělování dvou fází.



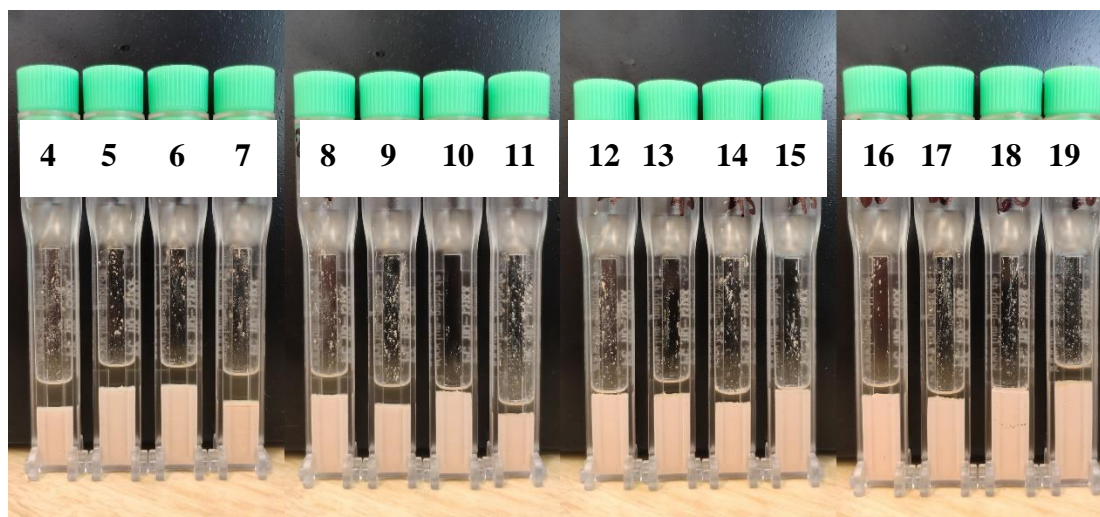
*Obrázek 13: Vzorek č. 12: 2 000 ot./min, doba míchaní 45 minut*

Poslední čtyři vzorky první sady byly míchány 60 minut, při stejném počtu otáček jako předchozí vzorky. Vzorek č. 19 vykazoval nejvyšší stupeň nestability, což bylo i ověřeno proměřením na analytické odstředivce. Vzorek nebyl sjednocen, nevytvořil se stabilní emulzní systém. Olejová vrstva plavala na povrchu vzorku. Index nestability vzorku č. 19 činil 0,117.



*Obrázek 14: Vzorky č. 11 a 19: 8 000 ot./min, doba míchání 30 a 60 minut*

Proměřené vzorky č. 16, 17 a 18 též byly vyhodnoceny jako nestabilní, ale ukazovaly vyšší úroveň stability než ostatní vzorky první sady vzorků. Nejstabilnější vzorek první proměřené řady byl vzorek č.18 s indexem nestability 0,036.



*Obrázek 15: Vzorky č. 4-19, výsledky z LUMiSizer-u první sady vzorků*

Výsledky z analytické odstředivky ukazují na nestabilitu připravených BB krémů. Všechny vzorky připraveny podle receptury z tabulky (viz Tabulka 2), vykazovaly vysokou stupeň



nestability. Na obrázku (viz Obrázek 15) je patrné, že u všech vzorků došlo k oddělování dvou fází. K oddělování fází mohlo dojít kvůli nesprávné receptuře při přípravě BB krémů.

Poměr olejové fáze a emulgátoru nebyl vhodný pro daný emulzní systém. Vybrané množství emulgátoru nebylo dostačující, tím pádem se nevytvořil silný, stabilní emulzní systém.

Po srovnání indexu nestability všech vzorků první sady, nejnižší index nestability měly vzorky míchané lopatkovým míchadlem po dobu 60 minut, tedy vzorek č. 16, 17, 18, vzhledem k tomu, byly tyto vzorky označeny jako nejstabilnější.

*Tabulka 4: Indexy nestability proměřených vzorků první sady*

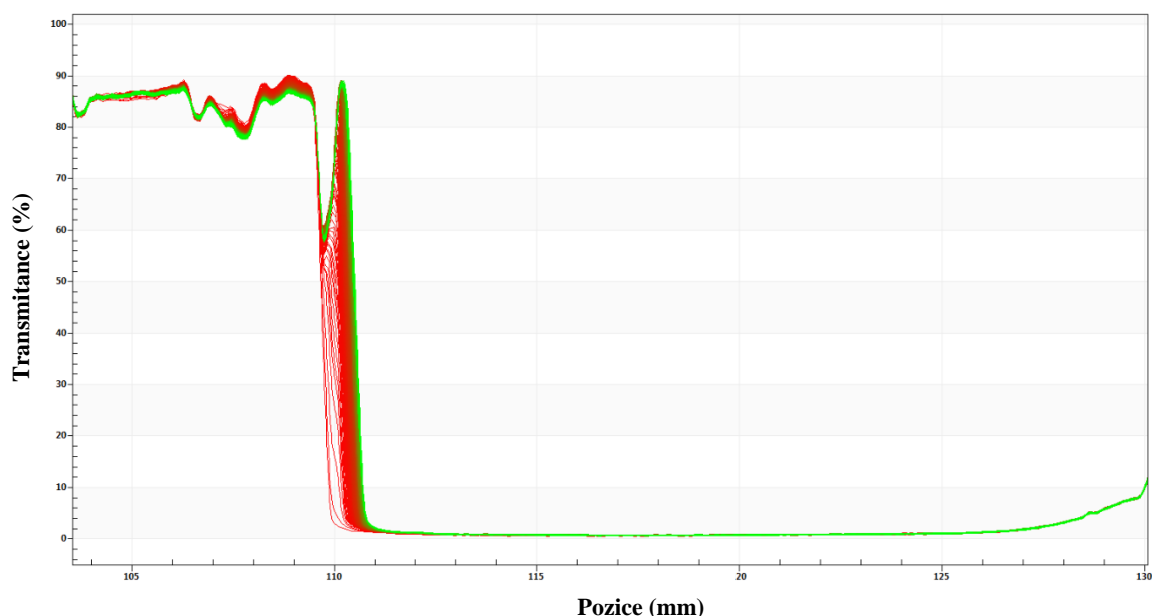
<b>Vzorek</b>	<b>Index nestability</b>
4	0,262
5	0,197
6	0,139
7	0,257
8	0,176
9	0,199
10	0,054
11	0,141
12	0,050
13	0,143
14	0,103
15	0,041
16	0,099
17	0,072
18	0,036
19	0,117

### **4.3 Ověření stability druhé sady vzorků**

Po vyhodnocení první sady vzorků musela být změněna původní receptura, aby se dosáhla určitá úroveň stability standardního BB krému. Množství emulgátorů z původní receptury nebylo postačující na zpracování stabilního emulzního systému, vzhledem k tomu následující vzorky byly připraveny podle upravené receptury z tabulky (viz Tabulka 3). Postup přípravy vzorků byl stejný jako u vzorků první sady. Pro homogenizování vzorků bylo použité lopatkové míchadlo.

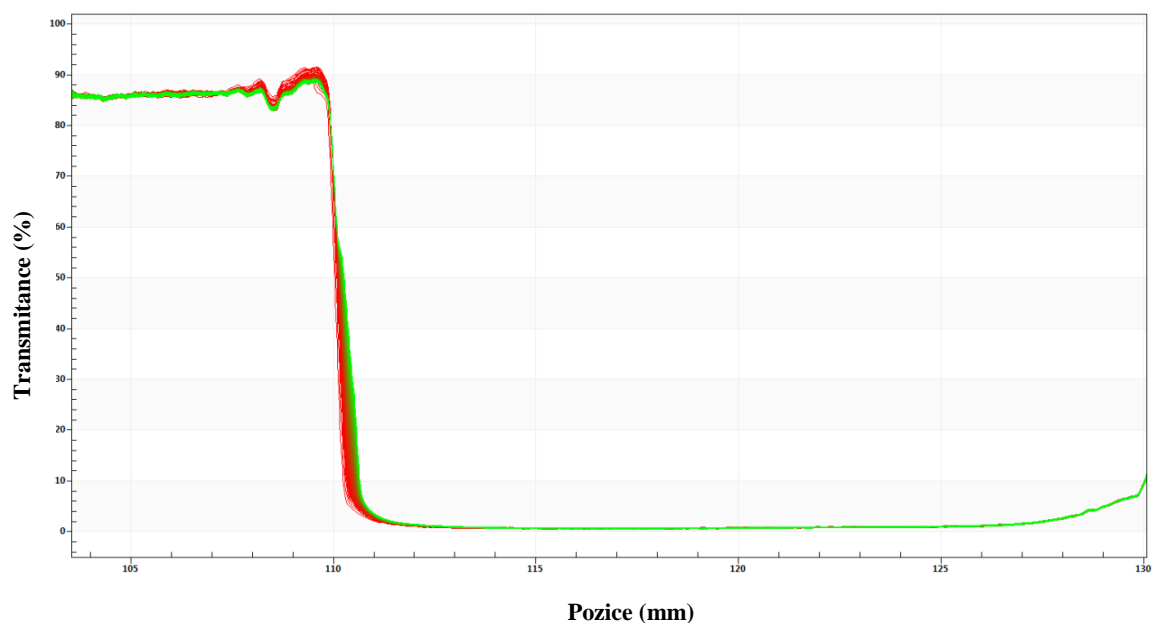
Nejprve byly proměřeny vzorky, které byly míchány po dobu 15 minut. Ze závěru předešlého měření, bylo zřejmé, že patnáctiminutová doba míchání není dostačující na přípravu stabilního BB krému.

Po vyhodnocení vzorků č. 20, 21, 22 a 23 bylo zjištěno, že patnáctiminutovou dobu míchání lze označit za dostačující dobu na přípravu vzorku. Oddělování fází se objevila jenom u vzorku č. 20, kde počet ot./min byl 2000. Olejová vrstva, která se objevila nad sedimentem, činila 2 mm. Výsledek měření vzorku č. 20 je znázorněn na obrázku (viz Obrázek 16).



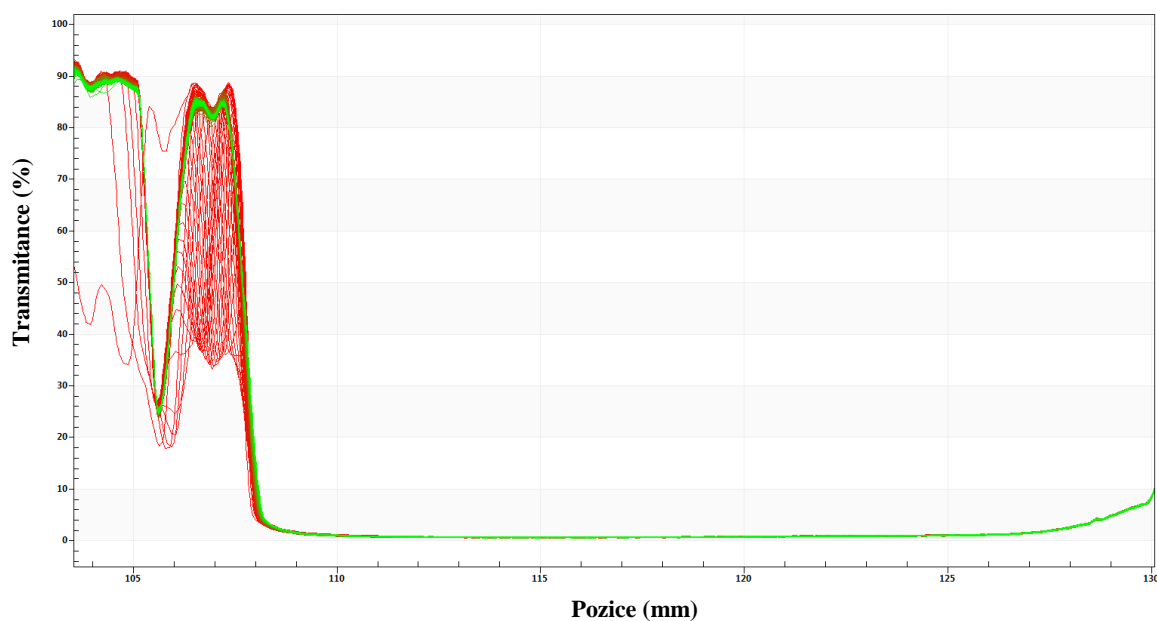
*Obrázek 16: Vzorek č. 20: 2 000 ot./min, doba míchání 15 minut*

U ostatních vzorků, které byly homogenizovány po dobu 15 minut, se neprojevily výrazné změny v emulzním systému a indexy nestability měly nízké hodnoty. Hodnoty indexu nestability u vzorků č. 21, 22 a 23 se snižovaly se zvyšujícím se počtem otáček, a proto tyto vzorky byly ohodnoceny za stabilní. Za nejstabilnější vzorek patnáctiminutové doby míchání byl označen vzorek č. 23 s hodnotou indexu nestability 0,012. Závislost transmittance na vzdálenosti od středu otáčení vzorku č. 23 je zobrazena na obrázku (viz Obrázek 17). Z důvodu co největší přesnosti při výrobě BB krému, ve výzkumu se pokračovalo i s delší dobou míchání a připravené vzorky byly měřeny i pro zbylé doby míchání, tedy 30, 45 a 60 minutové.



*Obrázek 17: Vzorek č. 23: 8 000 ot./min, doba míchaní 15 minut*

Vzorky č. 24, 25, 26 a 27 byly míchány po dobu 30 minut, poté vzorky byly proměřeny na analytické odstředivce. Výsledky měření jsou popsány níže.



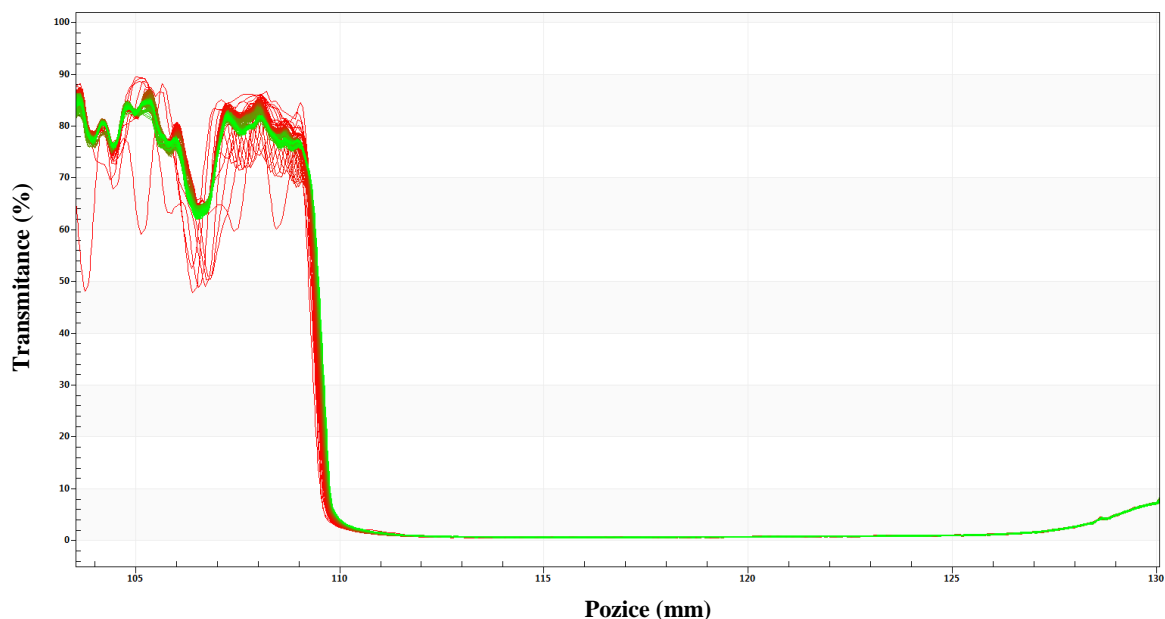
*Obrázek 18: Vzorek č. 24: 2 000 ot./min , doba míchaní 30 minut*

Po změření vzorků č. 24 a 25 na analytické odstředivce je vidět, že vzorky vykazovaly vysokou úroveň stability, neprojeví se žádné významné změny v emulzním systému. Po vystavení vzorků odstředivé síle, nedošlo k oddělování systému a nevytvořila se olejová vrstva nad sedimentem.

Podobné vlastnosti se objevily i u vzorků č. 26 a 27, které též byly míchány po dobu 30 minut, avšak počet otáček byl 6 000 a 8 000. Nejvyšší úroveň stability této třicetiminutové

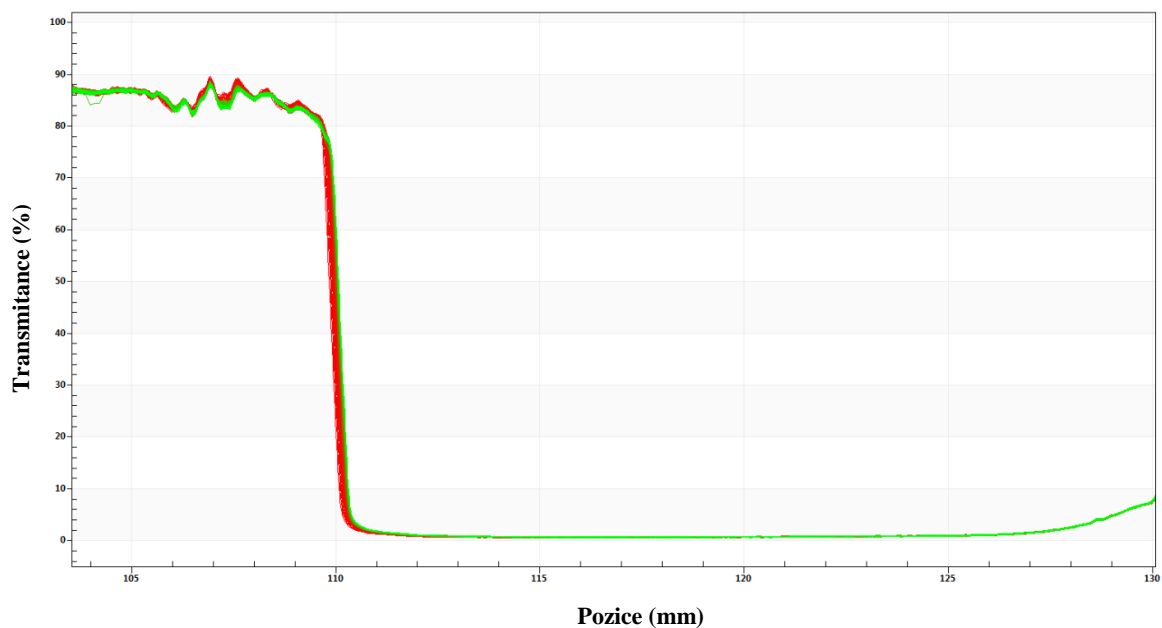


řady vykazoval vzorek č. 27, který byl míchán při 8 000 otáčkách za minutu. Výsledek měření zmíněného vzorku je znázorněn na obrázku (viz Obrázek 19).

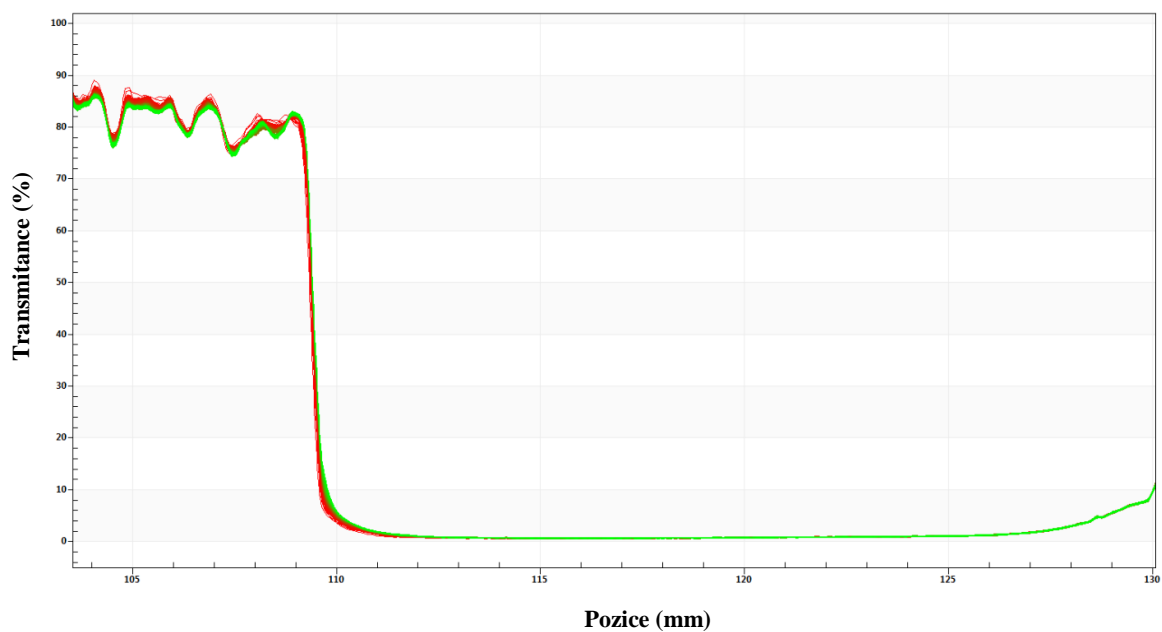


*Obrázek 19: Vzorek č. 27: 8 000 ot./min , doba míchaní 30 minut*

Další vzorky z druhé sady měření, byly vystaveny stejným podmínkám jako předchozí vzorky. Vzorky č. 28, 29, 30 a 31 byly homogenizovány po dobu 45 minut a proměřeny na analytické odstředivce LUMiSizer. Z obrázků je patrné, že vzorky vykazovaly velmi vysokou úroveň stability, nedošlo k žádným výrazným změnám soustavy a oddělení fází systému. Stabilita vzorků je vysvětlena tím, že se neobjevila vzdálenost mezi transmitančními profily a naměřením nízkých hodnot indexu nestability. Vzorky byly vyhodnoceny jako vysoce stabilní. Po proměření vzorků na analytické odstředivce za nejstabilnější vzorek této řady lze označit vzorek č. 31. Výsledek měření z analytické odstředivky pro vzorek č. 31 je znázorněn na obrázku (viz Obrázek 21). Na obrázku lze vidět, že nedošlo ke změnám ve stabilitě a konzistenci BB krému. Po nanesení vzorku č. 31 na kůži lze říci, že daný vzorek měl konzistenci krému, snadno se roztíral, byl homogenní, měl krycí schopnosti a mohl být prohlášen za stabilní, tudíž měl podobné vlastnosti jako komerční BB krémy.



*Obrázek 20: Vzorek č. 28: 2 000 ot./min , doba míchaní 45 minut*



*Obrázek 21: Vzorek č. 31: 8 000 ot./min , doba míchaní 45 minut*

Poslední vzorky druhé sady měření byly míchány po dobu 60 minut při stejném počtu otáček za minutu jako ostatní vzorky této řady, tedy při 2 000, 4 000, 6 000 a 8 000 otáčkách za minutu. Zmíněné vzorky též byly označené za vysoce stabilní. Hodnoty indexu nestability byly 0,011, 0,018, 0,013 a 0,007, což ukazuje na vysokou úroveň stability připravených BB krému.

*Tabulka 5: Indexy nestability proměřených vzorků druhé sady*

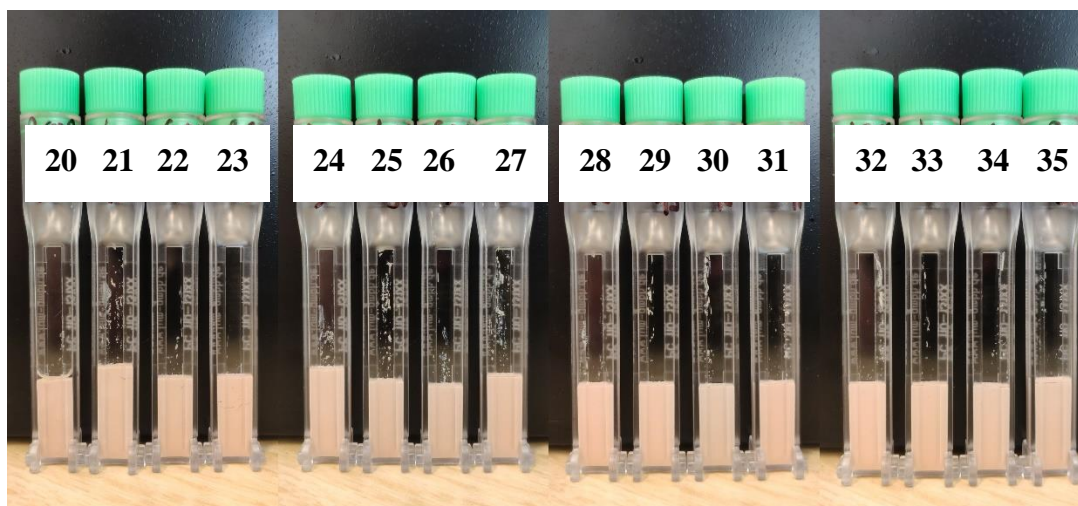
<b>Vzorek</b>	<b>Index nestability</b>
20	0,034
21	0,016
22	0,014
23	0,012
24	0,006
25	0,016
26	0,010
27	0,007
28	0,010
29	0,009
30	0,009
31	0,007
32	0,011
33	0,018
34	0,013
35	0,007

Z naměřených dat druhé sady vzorků se dospělo k závěru, že se index nestability snižoval se zvyšujícím se počtem otáček a prodlužováním doby míchání, kde nejvyšší index nestability měl vzorek č. 20 a nejnižší indexy nestability měly vzorky č. 27, 31 a 35. Nejvyšší index nestability se objevil u vzorku, který byl homogenizován při 2 000 ot./min po dobu 15 minut a hodnota indexu nestability u tohoto vzorku byla 0,034. Nejnižší index nestability se projevil u vzorků, které byly míchány při 8 000 ot./min po dobu 30, 45 a 60 minut. U zmíněných vzorků byla hodnota indexu nestability stejná, tedy 0,007.

Po srovnání změřených dat druhé sady vzorků, lze říct, že nevhodnější doba míchání je 45 minutová, protože u 60 minutové doby míchání vzorky č. 32, 33 a 34 měly vyšší hodnotu indexu nestability než vzorky, které byly míchány 45 minut. Neoptimálnější počet otáček za minutu pro získání stabilního BB krému je 6 000 a 8 000. Při dalším připravování BB krémů, byla použita doba míchání 45 minut a počet otáček 6 000.



Obrázek 22: Vzorky č. 20 a 31, 2 000 a 8 000 ot./min, doba míchání 15 a 45 minut



Obrázek 23: Vzorky č. 20-35, výsledky z LUMiSizer-u druhé sady vzorků

#### 4.4 Pozorování připravených vzorků po určitou dobu

Vzorky nulté a první sady byly pozorovány po dvou měsících. U prvních dvou vzorků nulté sady došlo ke změnám. Olejová fáze plavala na povrchu vzorků a tím lze říci, že časem došlo k větším oddělováním fází a rozkladu vzorků. Třetí vzorek nulté sady zůstal nezměněn, nedošlo k výraznějším změnám, tedy lze považovat vzorek č. 3 za stabilní. U všech vzorků první sady došlo k oddělování fází po dvou měsících. Na povrchu vzorků bylo vidět nesjednocení fází a pomalu docházelo k rozkladu emulzního systému.

Vzorky druhé sady byly pozorovány po měsíci a nebyla zaznamenána žádná změna v emulzním systému, tím lze považovat vzorky druhé sady za stabilní. Nestabilita se objevila jenom u vzorku č. 20, u kterého se objevilo oddělování fází už při prvním měření.

## 5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla příprava stabilního BB krému, určení vhodné doby míchání, počtu otáček za minutu a následné proměření stability BB krému na analytické odstředivce LUMiSizer. Teoretická část byla založena na popsání základních pojmů týkající se disperzních soustav, emulzí, způsobů míchání a přípravy přírodních BB krémů. Podle východisek popsanych v teoretické části byla zpracována experimentální část a byl proveden výzkum.

V experimentální části byly připraveny tři sady vzorků. Nejprve bylo rozhodnuto, jakým způsobem se budou vzorky míchat při vyvíjení receptury BB krému. Byla připravena nultá sada vzorků, která byla míchána dispergátorem při 5 000, 8 000, 11 000 ot./min. Nejstabilnější vzorek nulté sady byl vzorek č.3, který byl míchán při 11 000 ot./min. Většina firem nemá k dispozici dispergátor, proto bylo rozhodnuto, že se při dalším zpracování receptury bude používat lopatkové míchadlo.

První sada vzorků byla připravena podle první receptury pro přírodní BB krém. Pro tuhle sadu vzorků bylo připraveno 16 vzorků. Každý vzorek byl míchán po různou dobu míchání při různých otáčkách za minutu. Nejprve byly vzorky míchány po dobu 15 minut při 2 000, 4 000, 6 000 a 8 000 ot./min. Zatímco další vzorky byly míchány po dobu 30, 45 a 60 minut při stejném počtu otáček za minutu. Po změření zmíněných vzorků na analytické odstředivce vykazovaly všechny vzorky vysoký index nestability. Vzorky byly nehomogenní, byly mastné a neměly konzistenci standardního BB krému. Z výsledků měření první sady se dospělo k závěru, že daná receptura neměla dostatečné množství emulgátorů pro připravenou emulzní soustavu. Kvůli tomu musela být původní receptura upravena. Při dalším připravování stabilního BB krému byla použita druhá receptura.

Druhá sada vzorků byla připravena podle upravené receptury. Pro druhou sadu vzorků bylo též připraveno 16 vzorků. Vzorky byly připraveny podle stejného principu jako vzorky první sady, tedy míchány po dobu 15, 30, 45 a 60 minut při 2 000, 4 000, 6000 a 8 000 ot./min. Poté stabilita vzorků byla změřena na analytické odstředivce. Nejnestabilnější vzorek byl vzorek č. 20, který byl homogenizován po dobu 15 minut při 2 000 ot./min a měl index nestability 0,034. Jedině u tohoto vzorku došlo k oddělování fází, ostatní vzorky měly vhodnou konzistenci pro takový typ krému, snadno se nanášely, měly krycí schopnosti a nebyly mastné. Nejnižší index nestability se objevil u vzorků, které byly míchány při 8 000 ot./min po dobu 30, 45 a 60 minut. Hodnota indexu nestability u nejstabilnějších vzorků činila 0,007.

Ze závěru měření je vidět, že se index nestability snižoval se zvyšujícím se počtem otáček za minutu a prodlužováním doby homogenizace. Po srovnání dat první a druhé sady vzorků, je zřejmé, že nejvhodnější počet otáček pro přípravu stabilního BB krému je 6 000 a 8 000 ot./min, zatímco nejvhodnější doba míchání je 45 minut. Cílem bylo připravení stabilního BB krému a přiblížení vlastnostem komerčních BB krémů. Nejstabilnější vzorky druhé sady vykazovaly podobné vlastnosti jako standardní komerční vzorky, tím pádem, je úloha považována za splněnou a byl připraven vhodný BB krém pro použití.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] POUCHLÝ, J., Fyzikální chemie makromolekulárních a koloidních soustav. Vyd. 3. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2008. ISBN 978-80-7080-674-6.
- [2] KVÍTEK, L. a A. PANÁČEK. Základy koloidní chemie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1669-4.
- [3] BENEŠ, J., D. JIRÁK a F. VÍTEK. Základy lékařské fyziky. 4. vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 9788024626451.
- [4] VÉGH, R. Farmaceutická technologie. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3319-4.
- [5] BARTOVSKÁ, L., a M. ŠIŠKOVÁ. Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav. Vyd. 5., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN isbn80-7080-579-x.
- [6] ŠČUKIN, E. D., A. V. PERCOV a E. A. AMELINOVÁ. Koloidní chemie. Praha: Academia, 1990. ISBN 80-200-0259-6.
- [7] BRINKS, B. Modern Aspects of Emulsion Science. Ilustrované vydání. Royal Society of Chemistry, 1998. ISBN 9780854044399.
- [8] GRIFFIN, W. Calculation of HLB Values of Non-Ionic Surfactants. Journal of the Society of Cosmetic Chemists. 1954. ISSN 0037-9832.
- [9] CHAPPAT, M. Some applications of emulsions. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 1994, 91, 57-77. DOI: [https://doi.org/10.1016/0927-7757\(94\)02976-8](https://doi.org/10.1016/0927-7757(94)02976-8). ISSN 0927-7757.
- [10] BAREL, A. O., M. PAYE a H. I. MAIBACH. Handbook of cosmetic science and technology. 3rd ed. New York: Informa Healthcare, c2009. ISBN 1-4200-6963-2.
- [11] SHARMA, G. K., J. GADHIYA a M. DHANAWAT. A Textbook of Cosmetic Formulations. 2018. ISBN 9781365355912.
- [12] SCHRAMM, L. L. Emulsions, foams, and suspensions: fundamentals and applications. Weinheim: Wiley-VCH, 2005. ISBN 978-3-527-30743-2.
- [13] MUYIMA, N. Y. O., G. ZULU, T. BHENGU a D. POPPLEWELL. The potential application of some novel essential oils as natural cosmetic preservatives in an aqueous cream formulation. Flavour and Fragrance Journal [online]. 2002, 17(4), 258-266 [cit. 2019-04-14]. DOI: 10.1002/ffj.1093. ISSN 0882-5734.
- [14] MILLARD, M. a B. MEMPHIS. Skin Treatment Preparation. 4,505,902. Uděleno 19.03.1985.
- [15] TOURNOIS, L. When markets stagnate: finding new territory through reverse innovation. Journal of Business Strategy [online]. 2016, 37(6), 18-27 [cit. 2019-04-15]. DOI: 10.1108/JBS-08-2015-0079. ISSN 0275-6668.

- [16] DAMAYANTI, S., T. N. B. T. MAT, P. TIYASUWAN, O. BOLCAROVIC, W. YOO-IN, A. B. MAHARDHIKA a S. JIRANUSORNKUL. Development and Validation of Atomic Absorption Spectroscopic Method for Analysis of ZnO in Blemish Balm Cream [online]. 2017, 404-412 [cit. 2019-04-15].
- [17] AMNUAIKI, T. a P. BOONME. Formulation and characterization of sunscreen creams with synergistic efficacy on SPF by combination of UV filters. Journal of Applied Pharmaceutical Science [online]. 2013, 2013, 001-005 [cit. 2019-04-15]. DOI: 10.7324/JAPS.2013.3801. ISSN 2231-3354.
- [18] PARK, S. L. Method for improving skin condition comprising six steps and system therefor. Spojené státy americké. US 20150182447A1. Uděleno 4.10.2013.
- [19] SAGITANI, HIROMICHI. Making Homogeneous and Fine Droplet O/W Emulsions Using Nonionic Surfactants. Journal of the American Oil Chemists' Society [online]. 1981, 58(6), 738-743 [cit.2019-04-15]. DOI:<https://doi.org/10.1007/BF02899466>. ISSN 1558-9331.
- [20] VASILJEVIC, D., Lj. DJEKIC a M. PRIMORAC. Long-term stability investigation of o/w cosmetic creams stabilized by mixed emulsifier. Hemijska industrija [online]. 2012, 66(6), 871-878 [cit.2019-04-15]. DOI: 10.2298/HEMIND120613103V. ISSN 0367-598X.
- [21] STŘEK, F. Míchání a míchací zařízení. Přeložil I. FOŘT, přeložil J. KRÁTKÝ, přeložil J. VLČEK. Praha: SNTL, 1977. Metody a pochody chemické technologie.
- [22] LECJAKS, Z., I. MACHAČ a M. KUCHLER. Chemické inženýrství I. Vyd. 5. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. ISBN 9788071949466.
- [23] LUDVÍK, M. Laboratorní cvičení z chemického inženýrství. Vyd. 4., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2000. ISBN 80-7080-404-1.
- [24] HASAL, P., I. SCHREIBER a D. ŠNITA. Chemické inženýrství I. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2007. ISBN 978-80-7080-002-7.
- [25] BAFRNEC, M. Chemické inžinierstvo I: fyzikálne veličiny a ich jednotky, rozmerová analýza a teória podobnosti, bilancie, tok tekutín, prestup tepla, odparovanie kvapalín, chemické reaktory. Bratislava: Malé Centrum, 1999. ISBN 80-967064-3-8.
- [26] SOBISCH, T. a D. LERCHE. Thickener performance traced by multisample analytical centrifugation. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects [online]. 2008, 331(1-2), 114-118 [cit.2019-04-15]. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2008.05.040. ISSN 09277757.
- [27] CHIU, H., C. CHANG, T. CHIANG, M. KUO a Y. WANG. Using analytical centrifugation to characterize the dispersibility and particle size distributions of organic/inorganic composite coatings. Journal of Polymer Research [online]. 2011, 18(6), 1587-1596 [cit. 2019-04-15]. DOI: 10.1007/s10965-011-9563-0. ISSN 1022-9760.

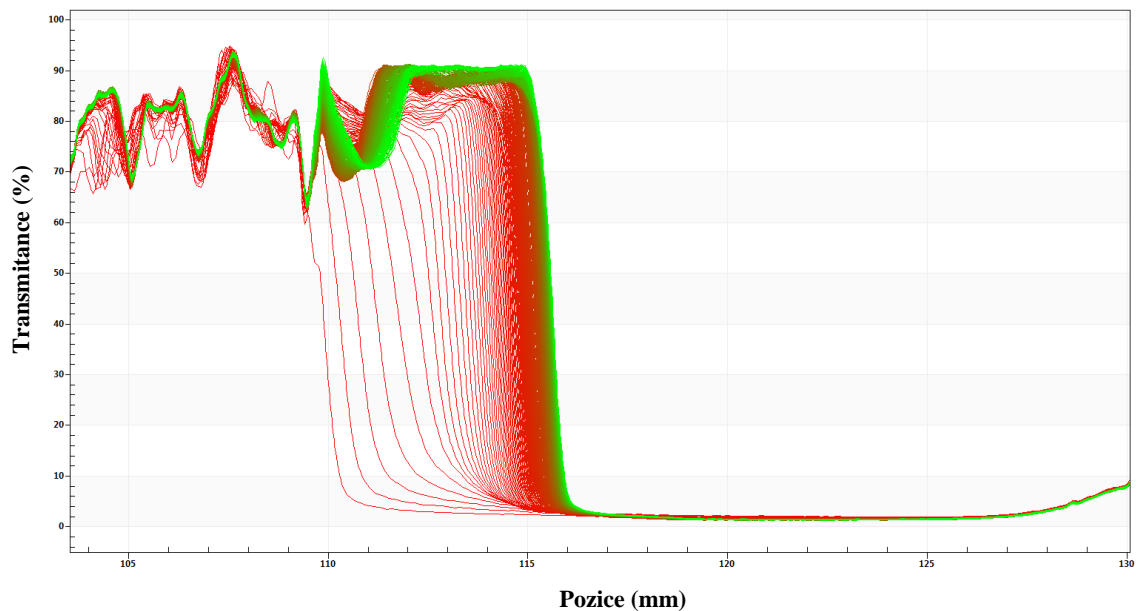
- [28] DOSKOČIL, L. Charakterizace disperzních soustav pomocí analytické odstředivky. CHEMPOINT: Vědci pro průmysl a praxi [online]. 19.04.2012 [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/charakterizace-disperznich-soustav-pomoci-analyticke-odstredivky>
- [29] LÜLLMANN, H., K. MOHR a M. WEHLING. Farmakologie a toxikologie: překlad 15., zcela přepracovaného vydání. Vyd. 2. české. Praha: Grada, 2004. ISBN 9788024708362.
- [30] FEŘTEKOVÁ, V. Péče o celé tělo: aneb Kosmetika bez pověr a iluzí. 2007. ISBN 9788024761855.
- [31] GREENE, S. L., K. A. WILLIAMS, C. K. KHOURY, M. B. KANTAR a L. F. MAREK. NORTH AMERICAN CROP WILD RELATIVES, VOLUME 2: Important Species, Tom 2. Springer, 2018. ISBN 9783319971216.
- [32] ZRUBECKÁ, A. Aromaterapie podle ročních období. Albatros Media, 2018. ISBN 9788026422051.
- [33] WISNIAK, J. The chemistry and technology of jojoba oil. Champaign, Ill.: American Oil Chemists' Society, c1987. ISBN 9780935315172.
- [34] CIRIMINNA, R., V. PANDARUS, F. BÉLAND a M. PAGLIARO. Catalytic Hydrogenation of Squalene to Squalane. Organic Process Research & Development [online]. 2014, 18(9), 1110-1115 [cit.2019-04-15]. DOI: 10.1021/op5002337. ISSN 1083-6160.
- [35] Magnesium stearate. PubChem Database [online]. National Center for Biotechnology Information [cit.2019-04-15]. Dostupné z:<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/11177>
- [36] Magnesium stearate. Bioooo [online]. Česká republika, 2008 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://encyklopedie.bioooo.cz/vyhledat-slozeni/magnesium-stearate/>
- [37] Dermofeel SL. Tooska [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <http://www.tooskaco.com/Function/emulsifier%20OW/Dermofeel-SL.pdf>
- [38] DUNPHY, P. J., A. J. MYERS a R. T. RIGG. Colored cosmetic sticks. United States. US 5310547A. Uděleno 10.05.1994.
- [39] Caprylic/capric triglyceride. PubChem Database [online]. National Center for Biotechnology Information [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/93356>
- [40] BOGDANOV, S. Beeswax: Production, Properties, Composition, Control. Bee Product Science [online]. 2016 [cit. 2019-05-13].
- [41] LU, P., S. HUANG, Y. CHEN, L. CHIUEH a D. Y. SHIH. Analysis of titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in cosmetics. Journal of Food and Drug Analysis [online]. 2015, 23(3), 587-594 [cit. 2019-04-15]. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.02.009. ISSN 10219498.
- [42] ZECCHINO, J. R., S. MESSIN, C. CORCORAN a K. T. CHUNG. Titanium dioxide dispersions, cosmetic compositions and methods for using same. United States. US 5468471A. Uděleno 25.02.1994.



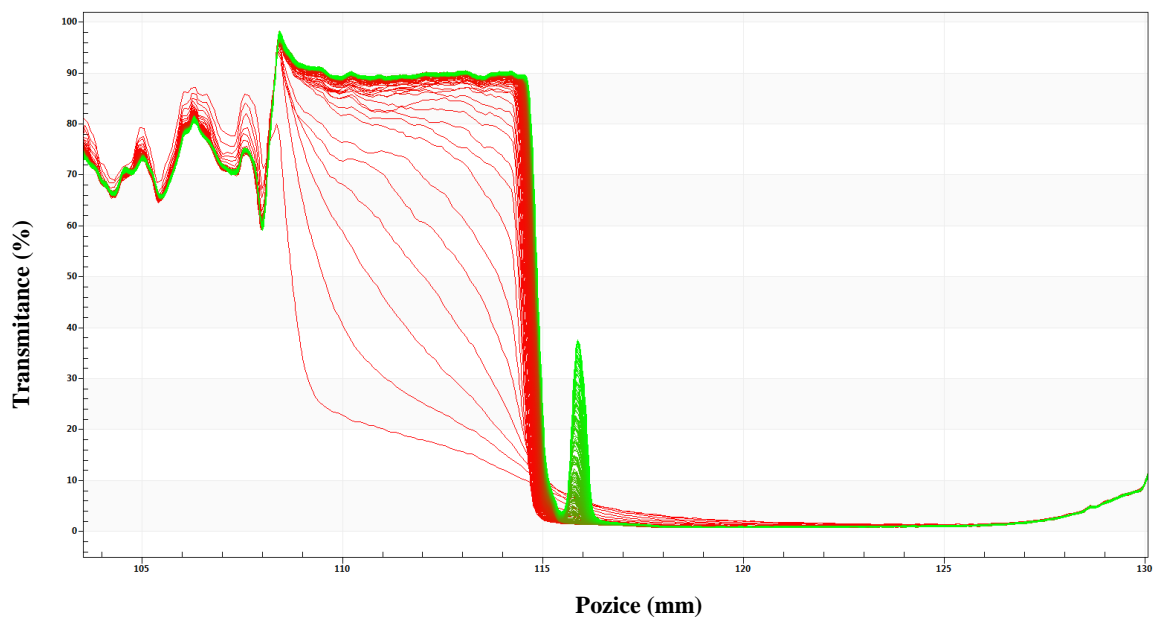
- [43] Unipure Yellow LC 182. Prospector [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.ulprospector.com/en/eu/PersonalCare/Detail/818/236125/Unipure-Yellow-LC-182>
- [44] Biooo [online]. Česká republika, 2008 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.biooo.cz/>
- [45] STREBLOVÁ, E. Souhrnné texty z chemie: pro přípravu k přijímacím zkouškám (přírodovědné obory, lékařství). 3., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 9788024622422.
- [46] Dermosoft. Evonik [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.dr-straetmans.de/en/products/dermosoft-1388-eco/>
- [47] Natpure Film AP. Special Chem [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://cosmetics.specialchem.com/product/i-sensient-cosmetic-technologies-natpure-film-ap>
- [48] KERIHUEL, A, M SENTHILKUMAR, J BELLETTRE a M TAZEROUT. Ethanol animal fat emulsions as a diesel engine fuel – Part 1: Formulations and influential parameters. Fuel [online]. 2006, 85(17-18), 2640-2645 [cit. 2019-04-15]. DOI: 10.1016/j.fuel.2006.05.002. ISSN 00162361.

## 7 PŘÍLOHY

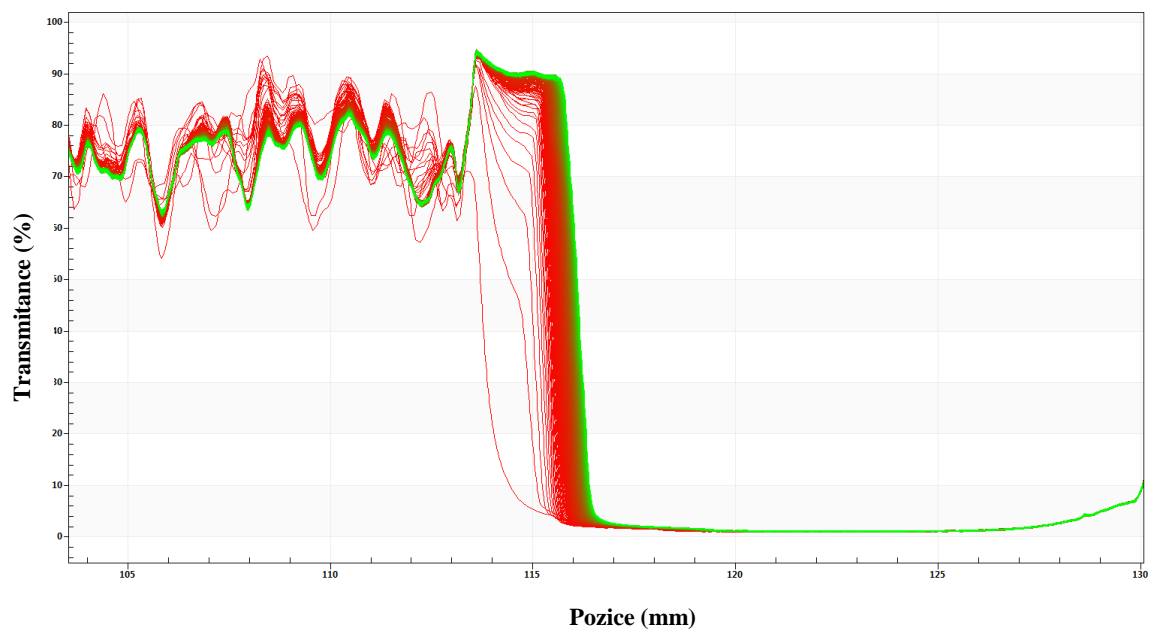
*Příloha 1: Vzorek č. 2, 8 000 ot./min, dispergátor*



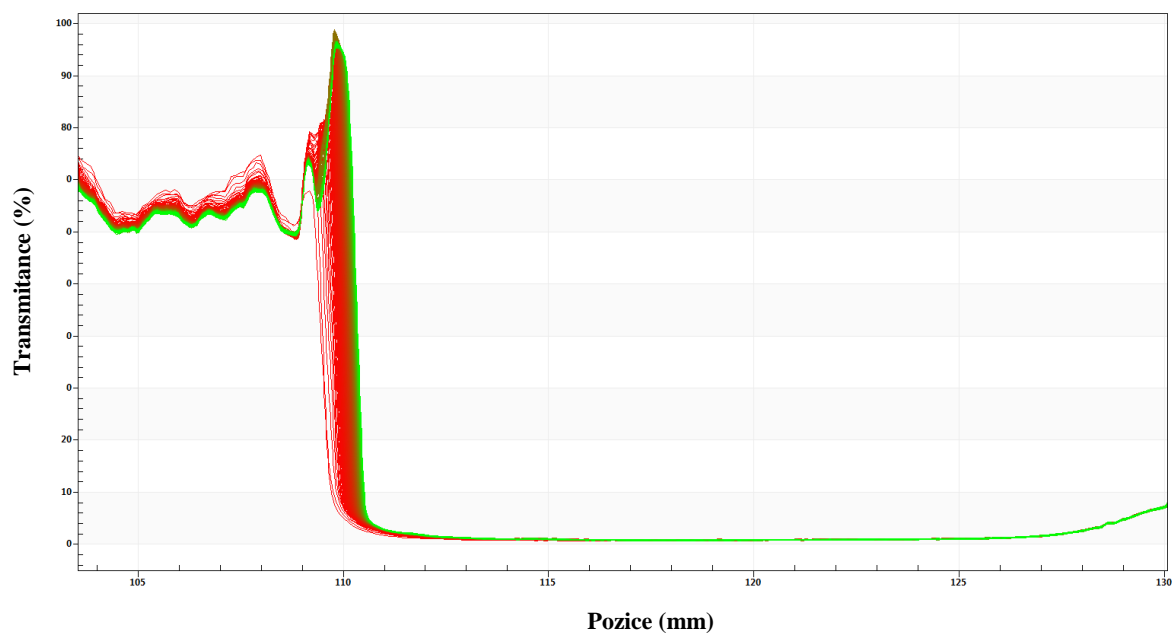
*Příloha 2: Vzorek č. 7, 8 000 ot./min, doba míchání 15 minut*



*Příloha 3: Vzorek č. 11, 8 000 ot./min, doba míchání 30 minut*



*Příloha 4: Vzorek č. 15, 8 000 ot./min, doba míchání 45 minut*



*Příloha 5: Vzorek č. 19, 8 000 ot./min, doba míchání 60 minut*

